الإشعاعات الذرية و الإنتاجية الزراعية

أ.د
جمال محمد الشبيني
معهد بحوث الأراضى و المياه و البيئة
مركز البحوث الزراعية

المكتبة المصرية
٣ش أحمد ذو الفقار - لوران الإسكندرية
تليفاكس: ٠٠٢/٠٣/٥٨٤٠٢٩٨
محمول: ٠١٢/٤٦٨٦٠٤٩

الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية

الأستاذ الدكتور
جمال محمد الشبيني
معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة
مركز البحوث الزراعية

٢٠٠٩



للطباعة والنشر والتوزيع
٣ ش أحمد ذو الفقار - لوران - الإسكندرية
تليفاكس: ٠٣/٥٨٤٠٢٩٨ / ٠٠٢
محمول: ٠١٢/٤٦٨٦٠٤٩

اسم الكتـــاب : الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية

اسم المـؤلـف : أ. د. جمـال محمـد الشبيني

اسم الناشـــر : المكتبـة المصـــريـة

٣ ش أحمد ذو الفقار - لـوران - الإسكندرية

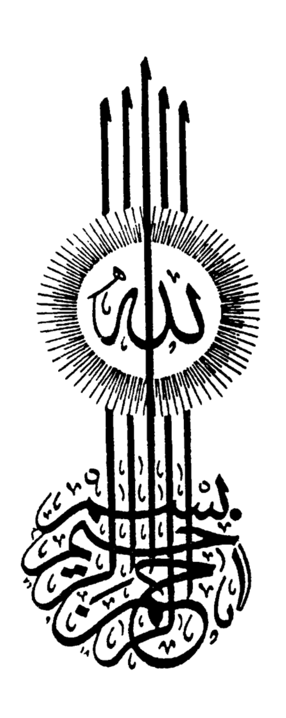
تليفاكـس: ٠٠٢٠٣/٥٨٤٠٢٩٨

الطبـــعـــة : الطبعـة الأولـى

رقــم الإيــداع : 10021 /2008

الترقيم الدولي : I. S. B. N. 977 - 411 - 395 - 0





الله
بسم الله الرحمن الرحيم

إهــــداء

إلى أعز الأحباب:

بدر الدين نبيل بدر

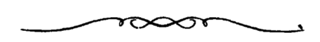
وندى حسن أحمد حسن

أحفادى من سوزان وفيروز أهدى إليهما إصدارى المتواضــع هــذا راجياً الله عز وجل أن يمنحهما وافر الصحة والسعادة طيلة حياتهمــا. وأن يكون عملى هذا بمثابة منارة إشعاعية يقتدون به فى حياتهم المستقبلية.

المؤلف

محتويات الكتاب

مقدمة



يرجع تاريخ التطور العلمى للعلوم النووية والذرية إلى أواخر القرن التاسع عشر وذلك فى عام ١٨٩٥ حيث اكتشف العالم رونتجن الأشعة السينية. ثم جاء العالم هنرى بكيرل عام ١٨٩٦ ليوضح خاصية النشاط الإشعاعى. وتبعه العالم طومسون ليسجل اكتشافه للإلكترون ووصف خاصيته عام ١٨٩٧. ثم قدم العالم راذرفورد فى عام ١٩١٢ النظرية الأساسية لتركيب الذرة. وفى عام ١٩٢٠ وضع ماكس بلانك النظرية الكمية التى استند عليها العالم بوهر فى وضع أول مفهوم حديث لتركيب الذرة عام ١٩٣٠. وخلال عام ١٩٣٢ اكتشف العالم شادويك النيوترون. وفى عام ١٩٤٥ تم أول تفجير نووى فى الولايات المتحدة الأمريكية.

وقد أتضح من خلال المشاهدات الأولى بعد اكتشاف الأشعة السينية واستعمالها أن هذه الأشعة لها خاصية إحداث تأيونات فى الأجسام التى تسقط عليها، وهذا بالتالى يسبب خطراً أكيداً على عناصر البيئة وخاصة على خلايا الجسم وأنسجته الحية وهذا يترتب عليه الكثير من التضحية، وبناءاً على ذلك فقد أولت الدوائر العلمية اهتماماً كبيراً، وبدء الكثير من العلماء بدراسة أثار الإشعاعات المؤينة على الإنسان وطرق الوقاية منها. وكان أول من أهتم بالدراسات الخاصة بالوقاية من الإشعاعات الذرية المؤينة هو العالم روس وذلك فى عام ١٩١٦.

هذا وقد أصبح من المعروف أن الإشعاعات الذرية تحمل معها حداً معيناً أكيداً من الخطورة، إلا أن هذا الحد يمكن بالتأكيد التحكم فيه والوصول

به إلى أدنى مستوى ممكن، ومن هنا نبتت الفكرة الأساسية لسبل الوقاية من الإشعاعات الذرية في كافة مجالاتها واستخداماتها وأنواعها. ونشأت أيضاً الأسس والحدود التي تبنى عليها أساليب الوقاية وهذه الأسس تتمثل في الجرعات والتركيزات والمعدلات المسموح بها والتي في حيز علمنا الآن لا تشكل خطورة على عناصر البيئة المختلفة.

هذا ولم يتوقف نشاط العلماء عند هذا الحد بل وظفت استخدامات هذه الإشعاعات في العديد من المجالات الصناعية والطبية والزراعية وغيرها. وقد شهدت الساحة العلمية وخاصة في مجال العلوم الزراعية العديد من الدراسات والبحوث التي اهتمت كثيراً باستخدام الإشعاعات الذرية في النهوض بالإنتاجية الزراعية. وعلى العكس من ذلك جاءت نتائج بعض الدراسات لتحذر من استخدام هذه الإشعاعات في النواحي الزراعية. ولهذا رأينا أنه من الصواب أن نلقي الضوء على الجوانب الإيجابية عن مدى استخدامات هذه الإشعاعات في المجالات الزراعية مع الأخذ في الاعتبار عدم إغفال الجوانب والنتائج التي تشير إلى بعض الجوانب السلبية وكذلك عرض نتائج الدراسات المختلفة بدون أي تحيز منا لهذا أو لذلك.

وتمشياً مع النهضة العلمية العالمية والقومية ودخول جمهورية مصر العربية في المجال النووي للأغراض السلمية رأى المؤلف أنه من الواجب أن يبذل قصارى جهده ليقدم هذا المصنف إلى المكتبة العربية لعله يكون مصدراً إشعاعياً علمياً يستفيد به أبناء الوطن العربي الحبيب. ولذا قام المؤلف بجمع العديد من الدراسات والبحوث الهامة في مجال الإشعاعات الذرية ومدى تأثيرها على الإنتاجية الزراعية. وقام المؤلف بعرض نتائج هذه البحوث والدراسات بطريقة علمية مبسطة حتى يتسنى لنا الاستفادة منها.

واشتمل هذا الإصدار على خمسة أبواب رئيسية مسبوقة بتمهيد مبسط عن ماهية الذرة حتى يستطيع القارئ العادى وغير المتخصص متابعة المحتوى العلمى للأبواب الخمسة التالية. هذا وقد جاء الباب الأول ليوضح طبيعة النظائر المشعة وماهية الإشعاعات الذرية. ونوقش فى الباب الثانى مدى أهمية الإشعاعات الذرية فى تقدم العلوم الزراعية. وجاء الباب الثالث ليوضح أهم الدر' ات والبحوث الخاصة بالإشعاعات الذرية وتأثيرها على العديد من المحاصيل الزراعية. وتضمن الباب الرابع أيضاً أهم الدراسات والبحوث الخاصة بالإشعاعات الذرية على الإنتاج "حيوانى. وأخيراً جاء الباب الخامس ليقدم ويعرض التأثيرات الضارة للإشعاعات الذرية وسبل الوقاية ـها. وسوف يلمس القارئ فى هذا المصنف زيادة معدل استعمال المصطلحات الإنجليزية ربما عن الكثير من غيره من المصنفات. وقد أتى دلك نتيجة لأن الغالبية العظمى من مراجع هذا الموضوع قد كتبت باللغة الإنجليزية. ولذلك فأن هذه المصطلحات سوف تكون عوناً للقارئ على ارتياد مثل هذه المصنفات.

ويود المؤلف أن يعرب عن جزيل شكره للمكتبة المصرية للطباعة والنشر لما بذلته من جهد فى سبيل إخراج وتقديم هذا المصنف إلى المكتبة العربية. وندعو الله عز وجل أن ينفعنا بثمراته.

والله ولى التوفيق......

المؤلف

تمهيد

ماهية الذرة

- النظرية الذرية لدالتون
- تكوين الذرة
- تكوين النواة
- تركيب ذرة الأيدروجين
- تركيب ذرة الهيليوم
- تركيب ذرة الأكسجين
- ترتيب العناصر دورياً
- النظائر

تمهيد

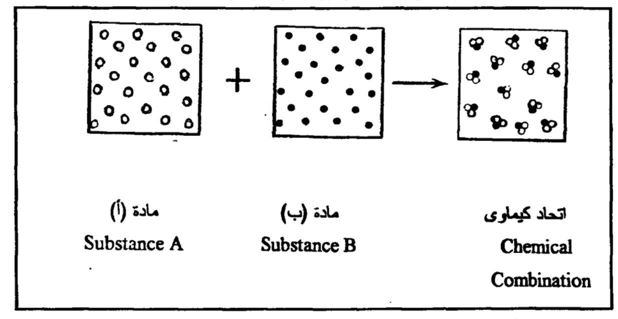
ماهية الذرة

منذ ما يقرب من ٢٥٠٠ سنة بدأ العديد من العلماء والفلاسفة القدماء وعلى رأسهم العالم الإغريقى اناكساجوراس (٥٠٠ – ٤٢٨ قبل الميلاد) التفكير عن طبيعة ما حولهم من المواد. وكان على أثر ذلك أن قادهم هذا التفكير إلى التساؤل عما إذا كانت تلك المواد توجد هكذا فى صورة مستمرة أم إنها تتكون من وحدات صغيرة.

ولقد أوضح يونس (٢٠٠١) أن محاولات العديد من العلماء مرت بمراحل متعددة لإثبات أن أى مادة تتكون من وحدات متناهية الصغر، ففى سنة ٤٠٠ قبل الميلاد أفترض الفيلسوف اليونانى ديموقريتس Democritus وبعض الفلاسفة الآخرين أن جميع المواد تتكون من وحدات صغيرة وظل هذا الافتراض قائماً وسائداً خلال تلك الفترة دون أن يجد البرهان التجريبى اللازم لإثباته لأكثر من ٢٠٠٠ سنة مروراً بالافتراضات التقليديه الخاطئة لبعض الفلاسفة الآخرين وبعض الاهتمامات التكنولوجية البسيطة لبعض الكيميائيين العرب وعلى رأسهم جابر بن حيان وذلك فى القرن الثامن الميلادى وأيضا بعض المحاولات الغير مكتملة من جانب عدد آخر من الكيميائيين والمشتغلين فى مجال العلوم الطبية فى القرن السادس عشر حتى بداية القرن التاسع عشر حين بدأت بعض التجارب الكمية التى كان لها تأثير كبير فى إقناع العلماء بهذا الافتراض القديم.

فلقد بدأ العديد من العلماء المهتمين بهذا المجال يتحدثون عن قانون النسب الثابتة لارتباط العناصر وقانون النسب المتعددة والتى لا يمكن فهمها إلا بافتراض أن المواد عبارة عن حبيبات صغيرة ترتبط مع بعضها البعض مما يتمشى مع الطبيعة الذرية للمواد كما يتبن من الشكل رقم (١) والذى يوضح أن قانون النسب الثابتة فى الاتحاد الكيماوى تضمن وجوب التركيب الذرى للمواد.

شكل (١): يوضح أن قانون النسب الثابتة فى الاتحاد الكيماوى يتضمن وجوب التركيب الذرى للمواد.



المصدر : (يونس ، ٢٠٠١).

النظرية الذرية لدالتون:

يعتبر العالم الانجليزى John Dalton الأب الأصلى للنظرية الذرية الحديثة والذى وضع نظريته سنة ١٨٠٨ ميلادية والتى تعتبر كأساس للكيمياء الحديثة والتى تنص على ثلاثة فروض هى:

١- أن العناصر لابد وأنها تتكون من ذرات Atoms صغيرة جداً غير قابلة للتجزئة.

٢- أن ذرات العنصر الواحد كلها متشابهة.

٣- أن الذرات من أنواع مختلفة ترتبط لكى تكون جزيئات المركبات.

وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن بعض هذه الفروض ليست صحيحة تماماً، فالذرات ليست غير قابلة للانقسام كما افترضت نظرية دالتون. كما أن ذرات العنصر الواحد ليس من الضرورى أن تكون كلها متشابهة ولكن كل هذا لم يتأكد إلا بعد ظهور نظرية دالتون بسنين عديدة، وبهذا اعتبرت تلك الأفكار الجديدة تمحيصاً للأفكار الأساسية لنظرية دالتون فهى لم تنفى أو تكذب الاعتقاد الأساسى من وجود الذرات بل أضافت براهين على وجودها، فالنظرية الذرية كما وضعها دالتون كانت متمشية مع البرهان التجريبى فى ذلك الحين وبذلك أصبحت هى الأساس الذى شيدت عليه الكيمياء الحديثة.

ومما هو جدير بالذكر أن النظرية الذرية فى ذلك الوقت كان عليها أن تتغلب على كثير من التحديات والعقبات وخصوصا تلك التى تحتاج لتقدير عدد الذرات من نوع ما التى يمكنها أن تكون جزئ واحد من المادة، كما أن الامور أصبحت بعد ذلك أكثر سوءاً وتعقيداً خاصة عندما أتضح أن كثير من كيميائى ذلك الوقت لم يتمكنوا من التمييز التام ما بين الذرة والجزئ، حيث أن الفروض والنظريات عن الذرات والجزيئات فى ذلك الوقت كانت حديثة وغير واضحة تماماً ولم يكن هناك اتفاق عام عليها كما أن البرهان المباشر على وجود تلك الذرات أو الجزيئات لم يكن متاحاً بعد.

واستمر الحال على هذا النحو لأكثر من نصف قرن حتى عام ١٨٦٠ حينما جاء العالم الايطالى الشهير Stanislao Canizzaro ليقدم بحثاً متميزاً أشار فيه بوضوح إلى التمييز بين الذرات والجزيئات، كما وصف طريقة لتقدير الأوزان النسبية لجزيئات وذرات العناصر المختلفة. وهكذا يتضح من البداية أن الوحدة الأساسية فى الفكر الكيماوى هى الذرة أو الجزئ ومن هنا كان الاهتمام بدراسة التركيب التفصيلى لذرات العناصر.

هذا وقد أوضح العالم الكبير إنشتين أن بالذرة طاقة كبيرة يمكن تسخيرها وتوظيفها والاستفادة منها فى العديد من المجالات حيث أوضح أن المادة صورة من صور الطاقة. وقد أثبت من خلال دراساته أن الجرام الواحد من المادة يتحول إلى ألف مليون مليون مليون وحدة من وحدات الطاقة والتى يعبر عنها بالأرج. أو يمكن أن يتحول هذا الجرام إلى ٢٥ مليون كيلووات ساعة. وبعد جهود عظيمة حصل العلماء على الطاقة من الذرة عام ١٩٣٩ وعندئذ لاحت أشباح الحروب وهذا بدوره أدى إلى تنشيط الأبحاث والدراسات لإستخدام سلاح الطاقة الذرية. والتاريخ يشهد على ما حدث فى بعض المدن اليابانية. وعلى هذا تنبه الرأى العام العالمى إلى حتمية تعميم الاستفادة من الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية وهذا بدوره أدى إلى تضافر جهود العلماء لتوجيه دراساتهم وأبحاثهم فى هذا المجال لخدمة البشرية بصفة عامة.

وعموما ومن السياق السابق يتضح بأن أى مادة على وجه البسيطة تتكون من جزيئات، وتتكون الجزيئات من عناصر والعناصر تتكون من ذرات، وعلى هذا يمكن القول أن الذرة هى وحدة العنصر. ولا يفوتنا فى هذا المقام أن نذكر القارئ لهذا الإصدار أن القرآن الكريم ومنذ ١٤٢٧ عاماً ذكر

فى قوله تعالى فى الآيات رقم ٧،٦ من سورة الزلزلة " فمن يعمل مثقال ذرة خيرا يره" " ومن يعمل مثقال ذرة شرا يره" صدق الله العظيم. ويعتبر ذلك سبق وإعجاز علمى.

تكوين الذرة:

تتكون الذرة من نواة Nucleus يتركز فيها وزن الذرة، ويدور حول هذه النواة فى محيطات أو مدارات خارجية عدد من الإلكترونات والتى يعتبر وزنها ضئيلاً جداً بالنسبة إلى وزن نواة الذرة وهذه الإلكترونات جميعها محملة بشحنات سالبة.

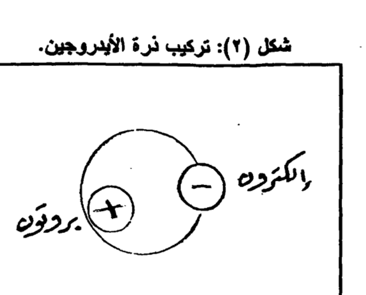
تكوين النواة:

تتكون نواة الذرة من عدد من البروتونات Protons وعدد من النيوترونات Neutrons. والبروتون هو عبارة عن جسم صغير ثقيل نسبياً وزنه ١,٦٧٣ × ١٠^{-٢٤} جرام وهو محمل بشحنة موجبة، وأما النيوترون فيبلغ وزنه تقريباً وزن البروتون ومقداره ١,٦٧٤× ١٠^{-٢٤} جرام وهو متعادل كهربياً. أما الإلكترون فوزنه ٩×١٠^{-٢٨} جرام وهو يحمل شحنة سالبة. وإليك عزيزى القارئ أمثلة لتركيب بعض ذرات العناصر حتى يتسنى لنا متابعة المحتوى العلمى للأبواب التالية من هذا الإصدار.

تركيب ذرة الأيدروجين:

تعتبر ذرة الأيدروجين من أبسط الذرات حيث أنها تتكون من بروتون واحد وفى محيطها أو مدارها الخارجى يسبح إلكترون واحد والشكل رقم (٢) يوضح تركيب ذرة الأيدروجين.

شكل (٢): تركيب ذرة الأيدروجين.



تركيب ذرة الهيليوم:

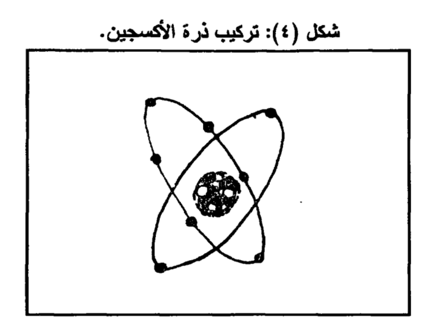
تتكون ذرة الهيليوم من نواة تحتوى على بروتونين ونيوترونين أما المدار الخارجى لها فيوجد فيه إلكترونان والشكل رقم (٣) يوضح تركيب ذرة الهيليوم. وحتى تتضح الصورة يمكن على أبسط الفروض اعتبار النيوترون المتعادل كهربائياً بروتون موجب الشحنة اتحد به إلكترون سالب الشحنة.

شكل (٣): تركيب ذرة الهيليوم.

تركيب ذرة الأكسجين:

تعتبر ذرة الأكسجين ذرة أكثر تعقيداً من ذرة الهيليوم فهى تحتوى على ٨ بروتونات، ويدور حولها ثمان إلكترونات، والشكل رقم (٤) يوضح تركيب ذرة الأكسجين بصورة مبسطة.

شكل (٤): تركيب ذرة الأكسجين.

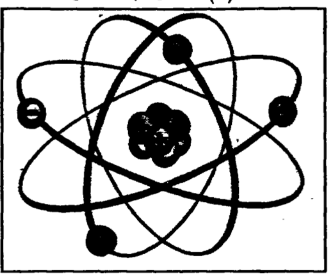


ثم يلى ذلك ذرات العناصر الأخرى حيث يزداد عدد البروتونات الموجودة فى نواتها وكذا عدد الإلكترونات الموجودة فى محيطها الخارجى أو فى مداراتها الخارجية.

هذا ويجب ملاحظة أن عدد المدارات التى تسبح فيها هذه الإلكترونات يتراوح من ١ إلى ٧ مدارات وذلك باختلاف أنواع ذرات العناصر المختلفة، كما أن الشحنة الكهربائية السالبة التى على كل إلكترون من الإلكترونات التى توجد وتسبح فى مدرات الذرة خارج النواة تساوى تماماً كل شحنة موجبة على بروتون من البروتونات الموجودة داخل النواة

وهذا ما يعرف بالتعادل الكهربائى للذرات. والشكل رقم (٥) يوضح مثال مبسط لمدرات بعض الذرات.

شكل (٥): مثال مبسط للذرة.



ترتيب العناصر دورياً:

وضع العالم ديمترى مندلييف فى ١٧ فبراير ١٨٦٩ مخططاً بسيطاً لرموز العناصر الكيميائية بترتيب يعتمد على أوزانها الذرية. وقد أشار الدركزلى (١٩٩٤) إلى أن هذا العمل يعتبر من أهم الأحداث فى تاريخ الكيمياء حيث أنه غير كلياً نظرة العلماء وفهمهم للعناصر.

وقد تنبأ العالم مندلييف بعد ترتيبه للعناصر بوجود ثلاث عناصر لم تكن مكتشفة آنذاك وهى الغاليوم والسكانديوم والجرمانيوم كما ترك فراغات فى جدوله لعناصر أخرى توقع اكتشافها. وخلال عشرين عاماً من وضع جدول مندلييف اكتشفت هذه العناصر الثلاثة مؤكدة صحة نظرية مندلييف وهو ما لم يتوقعه مندلييف نفسه أن يحدث خلال حياته.

كما أوضح الدركزلى (١٩٩٤) أن مجمل ما توقعه مندلييف هو عشرة عناصر تم لكتشاف ثمانية منها وقد وصل عدد العناصر إلى ما يزيد على المائة. كما أن سر ترتيب العناصر بدأ بالوضوح بعد ست سنوات من وفاة العالم مندلييف أى فى عام ١٩١٣ حين أوضح الفيزيائى هنرى موزلى أن المواقع الصحيحة للعناصر يجب أن تعتمد على العدد الذرى وليس على الوزن الذرى كما وضع مندلييف وحل بذلك المشكلة التى حيرت مندلييف وعلى هذا جاءت فكرة ترتيب العناصر على أساس عدد البروتونات الموجودة فى نواة كل منها.

فيبدأ بعنصر الأيدروجين ويعطى له رقم ١ حيث أن نواة ذرته تحتوى على بروتون واحد ثم يأتى بعد ذلك عنصر الهيليوم ويعطى رقم ٢ لأن نواة ذرته تحتوى على بروتونين، ثم يأتى عنصر الليثيوم ويعطى رقم ٣ لاحتواء نواته على ٣ بروتونات وهكذا. وعلى ذلك فيعتبر عدد البروتونات الموجودة فى نواة كل ذرة عدداً دالاً على عددها الذرى أو رقم ترتيبها فى الجدول الدورى للعناصر أى أن العدد الذرى يساوى عدد البروتونات الموجودة بها.

ومن الجدول الدورى الحديث يمكن معرفة صفات العنصر فيما يخص تفاعله مع باقى العناصر ونوع المركبات التى يمكن أن تنتج عن تفاعلاته وصفاته الفيزيائية، من خلال ١٨ مجموعة من العناصر. وهناك بعض الاسماء الشائعة التى تطلق على مجاميع العناصر المختلفة فى الجدول الدورى، فمثلا المجموعة الأولى فيما عدا الأيدروجين يطلق عليها العناصر القلوية والتى تحتوى على الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم وغيرها بعناصرها السبعة والمتشابهة بشدة تفاعلها الكيميائى. ومن الجدير بالذكر أن اسم هذه

المجموعة (Alkali) اشتق من الاسم العربى القديم والمشتق من كلمة (القلى) حيث يشبه التفاعل الشديد لعناصر هذه المجموعة - كإلقاء قطعة صغيرة من الصوديوم فى الماء - ما يحدث للزيت عند القلى.

والمجوعة التالية يطلق عليها عناصر الأراضى القلوية وهكذا يوجد العديد من التسميات فهناك مجموعة عناصر العملة ومجوعة الهالوجينات أما آخر مجموعة فهى مجموعة الغازات الخاملة والتى تشمل الهيليوم والنيون والأركونيوم وغيرها والتى تتميز بعدم تفاعلها مع أى عنصر آخر.

ولقد احتوت أسماء العناصر المكتشفة حديثاً على أسماء كواكب " يورانيوم ، بلوتونيوم ، نبتونيوم" وأسماء قارات " يوربيوم ، امريشيوم" وأسماء دول أو ولايات " بولونيوم ، كاليفوريوم" إضافة إلى أسماء علماء كالعنصر ١٠١ الذى أطلق عليه أسم مندلييفيوم وذلك تكريماً لمن أدت فكرته إلى خدمة عظيمة فى طريق المعرفة العلمية.

وأما مجموع البروتونات مضافاً إليه مجموع النيوترونات فيكون ما يعرف بالعدد الكتلى Mass number. والجدول رقم (١) يوضح الجدول الدورى للعناصر.

النظائر: Isotopes:

أوضح الشواربى (١٩٦١) أن النظائر أو التوائم أو المشابهات الخاصة بعنصر معين لها جميعاً نفس التفاعلات والخواص الكيميائية. وبما أن الذى يحدد هذه الخواص الكيميائية هو عدد الإلكترونات الخارجية وبالتالى عدد البروتونات التى فى النواة، وعلى ذلك فالنظائر الخاصة بعنصر ما لها

جدول (١): الجدول الدورى للعناصر.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

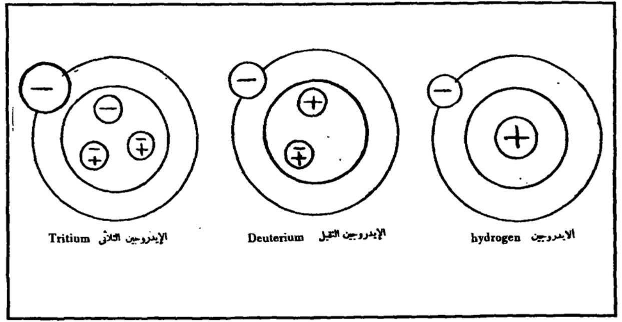
Alkali metals: group IA (Li to Fr). Alkaline earths: group IIA. Transition metals: groups IIIA to IIB. Coinage metals: IB. Platinum metals: Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt. Chalcogens: VIB. Halogens: VIIB. Noble gases: last column.

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	Noble gases
1.008 H 1																	4.003 He 2
6.939 Li 3	9.012 Be 4											10.811 B 5	12.011 C 6	14.007 N 7	15.999 O 8	18.998 F 9	20.183 Ne 10
22.990 Na 11	24.312 Mg 12											26.982 Al 13	28.086 Si 14	30.974 P 15	32.064 S 16	35.453 Cl 17	39.948 Ar 18
39.102 K 19	40.08 Ca 20	44.956 Sc 21	47.90 Ti 22	50.942 V 23	51.996 Cr 24	54.938 Mn 25	55.847 Fe 26	58.933 Co 27	58.71 Ni 28	63.546 Cu 29	65.37 Zn 30	69.72 Ga 31	72.59 Ge 32	74.922 As 33	78.96 Se 34	79.904 Br 35	83.80 Kr 36
85.47 Rb 37	87.62 Sr 38	88.905 Y 39	91.22 Zr 40	92.906 Nb 41	95.94 Mo 42	(99) Tc 43	101.07 Ru 44	102.905 Rh 45	106.4 Pd 46	107.868 Ag 47	112.40 Cd 48	114.82 In 49	118.69 Sn 50	121.75 Sb 51	127.60 Te 52	126.904 I 53	131.30 Xe 54
132.905 Cs 55	137.34 Ba 56	138.91 La 57	178.49 Hf 72	180.948 Ta 73	183.85 W 74	186.2 Re 75	190.2 Os 76	192.2 Ir 77	195.09 Pt 78	196.967 Au 79	200.59 Hg 80	204.37 Tl 81	207.19 Pb 82	208.980 Bi 83	(210) Po 84	(210) At 85	(222) Rn 86
(223) Fr 87	(226) Ra 88	(227) Ac 89	(257) Rf 104	(260) Ha 105	(263) 106												

Series														
Lanthanide series	140.12 Ce 58	140.907 Pr 59	144.24 Nd 60	(147) Pm 61	150.35 Sm 62	151.96 Eu 63	157.25 Gd 64	158.924 Tb 65	162.50 Dy 66	164.930 Ho 67	167.26 Er 68	168.934 Tm 69	173.04 Yb 70	174.97 Lu 71
Actinide series	232.038 Th 90	(231) Pa 91	238.03 U 92	(237) Np 93	(242) Pu 94	(243) Am 95	(247) Cm 96	(247) Bk 97	(249) Cf 98	(254) Es 99	(253) Fm 100	(256) Md 101	(253) No 102	(257) Lr 103

عدد ذرى واحد وإنما تختلف فى أوزانها الذرية بسبب اختلاف عدد النيوترونات الداخلة فى نواة كل توأم أو نظير من النظائر المختلفة الخاصة بعنصر ما. فمثلا يوجد ٣ نظائر للأيدروجين. فلأيدروجين العادى لا يحتوى على نيوترونات على الإطلاق. بينما يحتوى النظير الثانى للأيدروجين والمعروف بالـ Deuterium على نيوترون واحد إلى جانب البروتون، ويحتوى النظير الثالث والمعروف بالـ Tritium على نيوترونين إلى جانب البروتون والشكل رقم (٦) يوضح التركيب الذرى لنظائر الأيدروجين.

شكل (٦): التركيب الذرى لنظائر الأيدروجين.



المصدر: (الشواربى، ١٩٦١).

وهكذا يتضح من الشكل رقم (٦) أن هذه النظائر الثلاثة لها عدد ذرى واحد هو الواحد الصحيح، بينما نرى أن لها ثلاثة أوزان ذرية مختلفة، فالأيدروجين العادى وزنه الذرى واحد والأيدروجين الثقيل وزنه الذرى ٢ ونظراً لأنه اكتشف قبل الأيدروجين الثلاثى فقد سمى بالأيدروجين الثقيل. وعند اتحاد الأيدروجين الثقيل بالأكسجين يتم الحصول على ما يعرف الأن

باسم الماء الثقيل. وعند اكتشاف الـــ Tritium وجد أنه أثقل فعلاً من كل من الأيدروجين العادى والثقيل لأن وزنه الذرى ٣. تلك هى النظائر العادية فما هى النظائر المشعة؟ وسوف تأتى الإجابة بصورة وافية فى محتوى البـــاب الأول من هذا الإصدار.

الباب الأول



النظائر المشعة والإشعاع

- النظائر الطبيعية
- مراحل اكتشاف النشاط الإشعاعى وعلم النظائر المشعة
- العنصر المشع أو المعطم
- المادة المشعة أو المعطمة
- الأفرن الذرية
- المعجلات
- ظاهرة التأين
- وحدات القياس للجرعات الإشعاعية
- وحدت القياس للمواد المشعة
- أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية
- الطاقة الذرية
- زمن الانتصاف أو نصف العمر للعناصر المشعة
- القنبلة الذرية
- الاندماج النووى
- القنبلة الهيدروجينية
- الأشعاعات الكونية

الباب الأول

النظائر المشعة والإشعاع

سبق أن ذكرنا فى الجزء الخاص بالتمهيد لهذا الإصدار أن الذرة تتكون أساساً من نواة موجبة الشحنة، وهذه النواة تكون محاطة بأغلفة أو مدارات على شكل إلكترونات مدارية سالبة الشحنة، وتحتوى النواة على بروتونات ونيوترونات وهى الجزء الرئيسى المكون لكتلة الذرة وتحمل البروتونات شحنة موجبة أما النيوترونات فهى متعادلة الشحنة ويبلغ قطر النواة $١٠^{-١٣}$ سم تقريباً ، وتحتوى النواة على كتلة الذرة بينما يبلغ قطر الذرة بما فيها من المدارات الإلكترونية $١٠^{-٨}$ سم أى حوالى واحد إنجسترام.

وأن عدد البروتونات فى نواة أى عنصر يعتبر مميز للخواص الكيماوية لهذا العنصر. بينما ذرات العنصر قد تحتوى أو لا تحتوى على نفس العدد من النيوترونات فى النواة. والذرات التى تحتوى على نفس العدد من البروتونات ولكنها تختلف فى عدد النيوترونات يطلق عليها اسم النظائر أو التوائم أو المشابهات لهذا العنصر Isotopes. وحيث أن كتلة البروتون أو النيوترون تقترب كثيراً من وحدة كتلة الوزن الذرى فعلى ذلك يكون الوزن الذرى يساوى تقريباً عدد البروتونات وعدد النيوترونات الموجودة فى النواة. وخير مثال على ذلك أنه فى حالة الأكسجين نجد أن ذرة الأكسجين العادى عددها الذرى ٨ ووزنها الذرى ١٦ إذ تحتوى على ٨ بروتونات ، ٨ نيوترونات ويوجد ذرة أكسجين أخرى تحتوى على ٨ بروتونات ، ٩ نيوترونات أى أن الوزن الذرى لها يساوى ١٧ وكذلك هناك ذرة أكسجين

ثالثة وزنها الذرى ١٨. هذا ويقدر عدد النظائر لجميع العناصر المعروفة بحوالى ١٢٠٠ نظير يوجد منها فى الطبيعة حوالى ٣٠٠ نظير.

وقد أثبتت الدراسات والتجارب أن نوى بعض النظائر ليست دائماً فى حالة استقرار بل تضمحل وتتحول تلقائياً تبعاً لمعدل انحلال خاص Disintegration (فقد فى الطاقة). ويوجد فى الطبيعة عدد من النظائر أو المشابهات الغير ثابتة والتى يتم الحصول عليها بطرق صناعية وذلك بإستخدام المفاعلات أو المعجلات الذرية. يصاحب عملية التحلل لهذه النظائر الغير ثابتة انبعاث أنواع مختلفة من الأشعة الموجية أو الجسيمية وهذه النظائر الغير ثابتة يطلق عليها النظائر المشعة.

وينبعث من نواة النظير المشع جسيمات مختلفة هى ألفا α ، β^+ ، β^- وأشعة جاما. ويرجع عدم استقرار النواة علمياً إلى ثلاث عوامل رئيسية:

١- اختلاف نسبة النيوترونات إلى البروتونات فى النواة.

٢- ازدياد رقم الكتلة.

٣- ارتفاع طاقة النواة وهى تخرج على صورة Gamma Ray.

وتعرف أشعة ألفا بأنها عبارة عن جسيمات غاية فى الصغر، لا ترى بالعين ولا بأكبر مجهر، تجرى سريعة منبعثة من نوى الذرات وتتكون من نواة ذرة هيليوم سريعة وزنها الكتلى ٤ (٢بروتون + ٢ نيوترون) لذلك فهى تحمل شحنتان موجبتان وتنطلق من النواة بسرعة عالية.

ويعرف كلا من β^+ ، β^- بأنها عبارة عن جسيمات قد تكون ذات شحنة موجبة وهى عبارة عن البوزيترون positron أو ذات شحنة سالبة وهى الإلكترون. كما تعرف أشعة جاما Gamma Ray بأنها عبارة عن أشعة

كهرومغناطيسية photon ذات طول موجة قصيرة إذا قورنت بالضوء المرئى وهى تسير بسرعة الضوء ٣×١٠^١٠ سم / ثانية.

النظائر الطبيعية:

هى النظائر الموجودة فى الطبيعة والتى تحتوى على عدد منخفض من البروتونات ماعدا الأيدروجين وتساوى تقريباً عدد النيوترونات تكون عادة نظائر ثابتة غير مشعة (حالة استقرار). ولكن عند زيادة العدد الذرى فى بعض العناصر نجد أن عدد النيوترونات يزداد أكثر من البروتونات والذى يؤدى فى النهاية إلى أن تكون نواة الذرة غير ثابتة وعلى ذلك فأن الجزء الأكبر من النظائر الغير ثابتة والموجودة فى الطبيعة عبارة عن نظائر ذات العدد الذرى الكبير أى عدد مرتفع من البروتونات حيث تصل نسبة النيوترونات إلى البروتونات ١,٥ : ١.

ويعتبر انطلاق جسيمات ألفا خاصية مميزة لهذه العناصر حيث تنطلق منها كجسيم واحد يتكون من ٢ بروتون + ٢نيوترون. والحقائق التالية توضح النسب بين النيوترونات والبروتونات وثبات تلك العناصر.

١- عند زيادة عدد النيوترونات فى النواة فأن عدد البروتونات يتجه إلى الزيادة عن طريق انطلاق أو انبعاث جسيمات أو دقائق β^- من النواة والذى يصاحبه تحول النيوترون إلى بروتون وذلك طبقاً للمعادلة التالية:

$$n \longrightarrow P^+ \quad + \quad B^- + (\text{neutrino})$$

والنيترينو (neutrino) جسيمات متناهية الصغر لا تحمل شحنة كهربائية وتصاحب انبعاث جسيمات β^- السالبة من النواة ويلاحظ فى هذه الحالة ثبات رقم الكتلة وازدياد العدد الذرى. ويفقد النيوترون تماماً. ووظيفة النيوترون التخفيف من التنافر بين البروتونات فى النواة. ولتوضيح ذلك

فأن ذرة الهيليوم خاملة كيماوياً ولكنها يمكن أن تدخل فى تفاعلات ذرية طبقاً للمعادلة التالية.

$$He_2^5 \rightarrow He_2^4 + {}_0n^1$$

$${}_0n^1 \longrightarrow P^+ + B^- + (neutrino)$$

٢- عندما يزداد عدد البروتونات فى النواة فأنه يمكن تقليل هذا العدد بواسطة قذف β^+ من النواة على حسب طاقة معينة وذلك طبقاً للمعادلة التالية.

$$P^+ + 1.02\ Mev \rightarrow n + \beta^+ + (antineutrino)$$

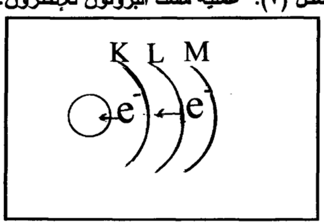
وجسيمات اللانيترينو (antineutrino) تصاحب انطلاق البوزيترون β^+ من النواة. ومهمة النيترينو تحمل الفرق بين طاقة الإلكترون الفعلية والطاقة القصوى له ومهمة اللانيترينو تحمل الفرق بين طاقة البوزيترون الفعلية والطاقة القصوى لها.

٣- عند زيادة البروتونات فى النواة فأنه يمكن اختزالها عن طريق مسك أو أثر إلكترون مدارى طبقاً للمعادلة التالية:

$$P^+ + e^- \rightarrow n$$

وهنا يقل العدد ويظل رقم الكتلة ثابت (وهنا يتجه العنصر إلى عنصر أقل) نتيجة مسك البروتون فى النواة للإلكترون المدارى فى المسار K يتحول إلى نيوترون وبالتالى ينتقل إلكترون من مدار L ليحل محل الإلكترون فى المدار K وفرق طاقة الإلكترون من مدار إلى آخر تنطلق على شكل أشعة جاما ذات الطاقات المختلفة وذلك بخلاف طاقة جاما التى تصدر من الإلكترون الذى مسك فى النواة والشكل رقم (٧) يوضح عملية مسك البروتون للإلكترون.

شكل (٧): عملية مسك البروتون للإلكترون.



٤- قد تتجه النواة لفقد بروتون وهذا نادر الحدوث ففى هذه الحالة يقل الوزن والعدد الذرى. ويعد انطلاق جسـيمات β^- والـــ K- Capture بـأن الأنوية المتكونة تصل إلى حالة الثبات بعد أن كانت فى حالة هياج وإثارة ويصاحب ذلك انبعاث أشعة جاما.

٥- قد يؤثر تبادل الفعل Interact حدوث تداخل بين أشعة جاما والإلكترون المدارى القريب من النواة فى الذرة المشعة فيحدث لهذا الإلكترون إثارة مما يتسبب فى انطلاق هذا الإلكترون بعيداً عن الذرة بسرعة ويكون ذلك صـفة للـــ X ray وتعـرف هـذه العمليـة بـالتحول الإلكترونـى الداخلى Internal conversion electron.

٦- فى المجال الكهرومغناطيسى للنواة إذا حدث دخول أشـعة جاميـة ذات طاقة أعلى من 1.02 Mev فأنها تتحول إلى جسيمات e^+ , e^- وإذا حدث تصادم e^+ الناتج مع إلكترون مدارى مـن ذرة أخـرى ينـتج طاقـة Photon وتسمى هذه العملية Annihilation انحلال أو تحول إلى طاقة.

ويوجد هناك عدد كبير من النظائر المشعة طبيعياً وقد أوضحت الدراسات الكشفية أن هناك ٣ مجموعات من العناصر المعروفة بنشاطها الإشعاعى الطبيعى وهى:

١- مجموعة اليورانيوم، ومن ضمن عناصرها اليورانيوم والراديوم.

٢- مجموعة الثوريوم ومن أشهرها عنصر الثوريوم وهو يوجد بكمية كبيرة فى الرمال السوداء التى توجد فى منطقة رشيد.

٣- مجموعة الاكتنيوم وأشهرها عنصر الاكتنيوم.

وجميع هذه المجموعات من العناصر المشعة طبيعياً تستمر فى إطلاق الإشعاعات المختلفة حتى تستنفذ كل إشعاعاتها وعند ذلك تتحول جميعا إلى عنصر واحد نواته مستقرة وليس له نشاط إشعاعى فيقف بذلك انبعاث هذه الإشعاعات ويتكون العنصر غير المشع وهو عنصر الرصاص. وهناك عدد آخر من العناصر المشعة الطبيعية التى توجد بكميات ضئيلة وتشمل الروبيديوم ٨٧ والاسكانديوم ١٥٢ والرونيوم ١٨٧.

مراحل اكتشاف النشاط الإشعاعى وعلم النظائر المشعة:

مر اكتشاف النشاط الاشعاعى وعلم النظائر المشعة بعدة مراحل والتى يمكن إيجازها فى الآتى:

المرحلة الأولى:

لقد كان اكتشاف العناصر المشعة وليد الصدفة، ولقد كان للعام هنرى بكيريل الفضل فى اكتشافها، ولقد كان للظاهرتين الآتيتين دور هام فى ذلك. الظاهرة الأولى هى اكتشاف أشعة X أكس أو أشعة رونتجن فى عام ١٨٩٥ وذلك بإستخدام أنابيب التفريغ ذات الجدران الزجاجية والتى تتوهج بلون أصفر مائل للاخضرار عند اصطدام أشعة المهبط بجدران الأنبوبة. هذا وقد

لوحظ أن هذه الأشعة نفاذة لأنها تؤثر على الالواح الفتوتوغرافية الملفوفة فى ورق أسود. أما الظاهرة الثانية فهى ظاهرة الفسفرة (التوهج) وقد قام هنرى بكيريل بدراسة هذه الظاهرة لأملاح اليورانيوم بعد أن كان والده مهتما بهـــا ١٨٢٠ ـ ١٨٩١ حيث قام هنرى بكيريل بإجراء دراساته خلال عـــام ١٨٨٠ واستطاع أن يحضر ملح مزدوج فى الشق القاعـــدى لحامض الكبريتيك بأن يدخـــل عنصرى اليورانيـــوم والبوتاسيوم $K\ UO_2\ (SO4)_2\ 2H2O$ وهذا الملح أحدث تفسفر (توهج) حاد فى ظهور الأشعة، واستمر هنرى فى أبحاثه وتجاربه بإستخدام ملح البوتاسيوم واليورانيوم وحامض الكبريتيك وفـــى ٢٤ فبراير عام ١٨٩٦ أعلن أول نتيجة من تجاربه بعد ظهور ضوء ساطع مـــن بلورات اليورانيوم المنتجة للإشعاع والتى أدت إلى تسويد الكروت الحساسة للتصوير والملفوفة فى أوراق سوداء ومحجوزة بحواجز من الزجاج الأسود لتفادى تأثير المواد الأخرى، ثم استمر فى تجاربه وحصـــل علـــى نتـــائج، وأوضح أن هناك تأثير أظهر نفس القوة أو الإضاءة للبلورات مثـــل ضـــوء ساطع يظهر فى الظلام التام. والإشعاع الساقط المتولد من أملاح اليورانيوم الذائبة وكذلك اليورانيوم المعدنى وجدت أن شدة الإشعاع تتناسب مع كميـــة اليورانيوم الموجودة فى العينة وهذه لها خواص أشعة X أكس.

وتتابعت الأبحاث والدراسات حتى عام ١٨٩٨ حيث تبلـــورت هـــذه النتائج والدراسات لاكتشاف علماً جديداً. كما أظهرت أيضا دراســـات بييـــر كورى وزوجته أن أشعة اليورانيوم عبارة عن ظاهرة خاصة وليست مرتبطة بالحالة الطبيعية أو الكيماوية وبذلك ظهـــرت التســـمية المعروفـــة بالنشـــاط الإشعاعى.

المرحلة الثانية:

في عام ١٨٩٨ توصل بيير كورى وزوجته إلى أن مركبات الثوريوم تصدر أشعة للعنصر، ومن أهم الملاحظات أيضا أن اليورانيوم الخام أظهر إشعاعاً كبيراً عما في حالته النقية. وعمليات الفصل الكيماوى لهذا الخام أظهرت أول تجربة مواد مختلطة مشعة مع اليورانيوم، وأيضا من أهم أعمال أل كورى هو اكتشاف عنصر البولونيوم والروديوم كعناصر جديدة لم تكن معروفة وقتئذ وقد أمكن اكتشافها بفضل شدة إشعاعها.

وأيضا تمكنت مدام مارى كورى من عزل وفصل ١٠٠ ملليجرام من مادة عنصر الراديوم وأوضحت أن الوزن الذرى له ٢٢٥ . وبعد مدام كورى أعيد حساب الوزن الذرى فحصلوا على ٢٢٦,٥ ولكن القيمة الجدولية ٢٢٦,٠٥ وأوضحت تجارب بكيريل أن اليورانيوم فى الظلام بدون طاقة مستمدة من الخارج يستمر فى الإشعاع لعدة أعوام بدون نقص فى شدة إشعاعه.

المرحلة الثالثة:

وقد استطاع رانرفورد أن يحسب هذه الطاقة بالتقريب من ناحية ارتباطها بالنشاط الإشعاعي ومصدر هذه الطاقة كان غير معروف ولكن عند استعمال عينات ذات تركيز معين من الإشعاع توصل إلى قياس الحرارة المساوية لطاقة النشاط الإشعاعي وهذه تساوى ١٠٠ كالورى / ساعة / جرام راديوم. وبمعرفة هذه الطاقة أوضح العلماء أنه سيكون لهذه الطاقة أهمية كبيرة فى العالم. وقد نشر هذا الكلام فى ١٩٠٣ وافترض العلماء أن هذه الطاقة يمكن أن تستغل فى الحروب وقد تؤدى إلى فناء العالم.

المرحلة الرابعة:

وفى هذه المرحلة قد دُرست الحقائق الخاصة بالنشـــاط الإشـــعاعى والإشعاع على أن لها تأثير جزيئى فى الهواء، وقد درست هذه الظاهرة فى ذلك الوقت بواسطة العالم ججى طومسون وآخـــرون وذلـــك عـــن طريـــق استعمالهم لأشعة أكس باستعمال قيمة التأين للهواء ووضعت كمقياس لشـــدة الإشعاع والتى كانت أكثر دقة عن طريق الجرعات على كارت حساس.

المرحلة الخامسة:

حاول راذرفورد دراسة النشاط الإشعاعى والإشعاع حيث كان يقيس مقدار الأشعة الممتصة من سقوطها على غلالات رقيقة من المعادن وكانـــت الدراسة تتكون من مكونين أحدهما:

١- تمتص على الألومنيوم على شكل غلالة رقيقة جداً وكان يعرف باســـم أشعة ألفا.

٢- والمكون الآخر امتص على طبقة أسمك ١٠٠ مرة وأعطيت اسم بيتا.

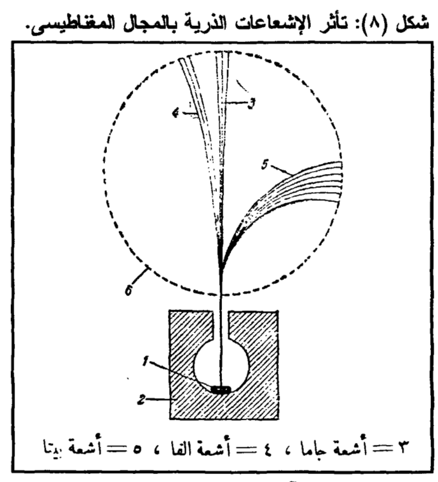
وقد أقترح أنه إذا وجدت فى طريق أشعة بيتا مادة ماصة عبارة عن غلالة من الألومنيوم أو الذهب لها سمك ١ ملليمتر فأن الطاقة ستنخفض. وقد وجد أن قيمة معامل الامتصاص سواء للألومنيـــوم أو بالنســـبة للغـــلالات المعدنية الأخرى ترتفع هذه القيمة بارتفاع الوزن الذرى للمادة الماصة.

المرحلة السادسة:

وفى عام ١٩٠٤ بدأت الدراسات والبحوث توضح خصائص كل من أشعة ألفا وأشعة بيتا، حيث ظهرت الحقائق التى سبق ذكرها لكل من أشـــعة ألفا وبيتا. إذ أوضحت الدراسات أن شحنة ألفا موجبة وسرعتها تساوى ٠,١ من سرعة الضوء. وسرعان ما اكتشف العلماء أن جسيم ألفا عبارة عن أيون

ذرة هيليوم حيث كان يلاحظ وجود الهيليوم فى اليورانيوم والثوريوم وبعد ذلك ظهرت حقيقة أن استعمال غلالة رقيقة جداً من الزجاج أظهر ظهور غاز الهيليوم نتيجة للإشعاع. ومن هذه الابحاث الخاصة بالأشعة الجسيمية ألفا وبيتا ظهرت أشعة لا تتحرف فى المجال المغناطيسى أطلق عليها أشعة جاما. والشكل رقم (٨) يوضح مدى تأثر الإشعاعات الثلاثة بالمجال المغناطيسى.

شكل (٨): تأثر الإشعاعات الذرية بالمجال المغناطيسى.



المصدر: (عيسى ووآخرون ، ١٩٦٤).

العنصر المشع أو المعلم:

هو عبارة عن العنصر الذى له خواص إشعاعية بمقارنته بنفسه فى الطبيعة . وتوجد طريقتين للحصول على العنصر المشع أو المعلم:

١- يمكن الحصول عليه من العنصر المنتشر فى الطبيعة مع العنصر الغير مشع وقد يكون ذلك موجود بكميات ونسب ضئيلة مختلطة بالعنصر الطبيعى والجدول رقم (٢) يوضح بعض الأمثلة على ذلك.

٢- يمكن الحصول على العنصر المشع باستعمال العناصر المشعة الصناعية مثل H_1^3 .

المادة المشعة أو المعلمة:

تعرف بأنها المركب الذى يحتوى على واحد أو أكثر من العناصر المشعة عند مقارنتها بمثيلتها فى الطبيعة.

النظائر المشعة الصناعية:

يمكن جعل جميع العناصر التى فى الطبيعة والتى ليس لها خاصية النشاط الإشعاعى مشعة صناعياً ويتم ذلك بطريقتين:

١- الأفران الذرية Reactors:

هى عبارة عن أجهزة معقدة التركيب، يتم فيها تحويل العناصر العادية إلى عناصر لها نشاط إشعاعى عن طريق إحداث تفاعلات التحليل النووى.

٢- المعجلات Accelerators:

تعرف المعجلات بأنه عبارة عن أجهزة خاصة تعمل على تزويد البروتونات أو الجسيمات النووية بطاقات كافية تسمح بإدخالها إلى وسط النواة وتجعلها قادرة على الاستقرار فى قلب النواة وعدم تنافرها مع البروتونات التى فى النواة أصلاً.

جدول (٢): أمثلة لبعض النظائر المشعة الموجودة فى الطبيعة.

نسبة العنصر المشع	العنصر المشع	نسبة العنصر الطبيعى	العنصر الطبيعى
0.02%	H_1^2	99.98%	H_1^1
1.11%	C_6^{13}	98.89%	C_6^{14}
0.365%	N_7^{15}	99.635%	N_7^{14}
0.037%	O_8^{17}	99.709	O_8^{16}
0.204%	O_8^{18}		
24.60%	Cl_{17}^{35}	75.40%	Cl_{17}^{35}

المصدر: (الشواربى ،١٩٦١).

ظاهرة التأين:

تعرف ظاهرة التأين بأنها الحالة التى تفقد فيها الذرة إلكتروناً أو أكثر. ويعرف ما فقدته الذرة بأيون سالب الكهربية وما تبقى من الذرة بالأيون الموجب. ومن المبادئ المقررة أن ذرات المواد فى حالتها الطبيعية متعادلة (أى أن عدد الشحنات الموجبة على نواة الذرة تساوى عدد الشحنات السالبة التى فى مداراتها الخارجية حول النواة) ويمكن احداث تأين فى وسط ما عن طريق امتصاص قدر من الطاقة يكفى لاحداث أو تحقيق هذا التغير.

والإشعاعات المؤينة هى تلك الإشعاعات التى يمكن أن يمتص منها قدر من الطاقة يكفى لاحداث هذا التأين فى الوسط ويقصد فى مجال علمنا أشعة ألفا وبيتا وجاما. ويمكن اجمال اصدار الذرة لمثل هذه الإشعاعات فى إنها جميعاً نتيجة تغير فى طبيعة الدقائق الرئيسية المكونة للنواة أو اضطراب دائم أو مؤقت فى القوة المتعددة والتى تحكم تماسك النواة وإتزانها.

وحدات القياس للجرعات الإشعاعية:

يجب أن نفرق بين جرعة التعرض Exposed dose وجرعة الامتصاص Absorbed dose. هذا ويمكن تعريف جرعة التعرض بأنها الجرعة المقاسه فى الهواء عند نقطة القياس. والوحدة المستخدمة هى Roentgen. ولقد عرف Roentgen دولياً بأنه كمية الإشعاع السينى أو الجامى التى امتصت فى وحدة الحجوم من الهواء الجاف تحت معدل الضغط ودرجة الحرارة لاحداث تأيناً يصاحبه شحنه على كل من نوعى الأيون تصل إلى وحدة الشحنة الإلكتروستاتيكية. ومن ذلك يتضح أن هناك حدوداً لامكان اعتبار الرونتجن كوحدة للقياس وهذه هى:

١- هو أساس وحدة لقياس جرعة التعرض فى الهواء إذ أن الظاهرة التى بنى عليها التعريف هو التأين فى الهواء فى حجم محدود منه تحت ظروف معينة من الضغط والحرارة.

٢- يصلح فقط لقياس جرعات التعرض من الإشعاعات الموجية أى أنه لا يصلح لقياس الجرعة إذا ما كان الإشعاع المؤين جسيمات ألفا أو بيتا ويمكن تطبيق نفس هذا العجز فى حالة النيوترونات أو البروتونات ويعبر عن ذلك بأن الرونتجن لا يصلح لقياس الإشعاعات الجسيمية (أى غير الموجية).

ولقد أدخلت وحدة أخرى لقياس جرعات الامتصاص فى الوسط فـــى عام ١٩٥٦ وهى وحدة الراد Rad، أى أنه يمكن اعتبار الوحدة الجديدة الراد بأنها وحدة مباشرة لقياس جرعة الامتصاص فى الوسط، ولذلك يمكن القول بأن جرعة التعرض بالرونتجن فى الهواء تساوى جرعة الامتصاص بـــالراد فى الهواء، أى أنه فى حالة وسط معين "الهواء" يتساوى كل من الـــرونتجن والراد، ولقد أمكن إيجاد علاقة عددية فى حالة الأنسجة الرخوة وذلك لـــربط كل من الرونتجن والراد بالأرج.

*يعتبر الرونتجن مكافئاً لبذل طاقة قدرها ٨٧,٨ أرجاً لكل جرام هواء.

*يعتبر الراد مكافئاً لبذل طاقة قدرها ١٠٠ أرجاً لكل جرام أنسجة.

*الأرج هو الشغل اللازم لتحريك ١ داين لمسافة ١ سم.

* الداين هو القوة اللازمة لتحريك ١ جَرام بعجلة قدرها ١ سم / ث^{٢}.

وبذلك يمكن حساب جرعة الامتصاص فى الأنســجة الرخــوة مــن نظيرتها من جرعة التعرض فى الهواء، كما أن هناك جداول خاصة لمعامل التحويل من الرونتجن إلى الراد فى الأوساط المختلفة. وليست هذه الوحدات الوحيدة المستخدمة فى تقدير الجرعات بل هناك وحدة ثالثة تعــرف بـــالرم Rem وهى وحدة امتصاص فى الوسط من نوع معين من الإشعاع، معنـــى هذا أن التأثيرات البيولوجية للإشعاعات تعتمد على نوع الإشعاع كما تعتمـــد على طبيعة الوسط ومن أجل ذلك اقترح معامل جديد والـــذى أطلـــق عليـــه معامل الكفاءة البيولوجية أو معامل التأثير البيولوجى وبذلك أمكن ربط الراد بالرم بالعلاقة التالية:

الرم = الراد × معامل التأثير البيولوجى

ولقد عرف معامل التأثير البيولوجى بأنه النسبة بين جرعتين لها نفس التأثير البيولوجى أحدهما من إشعاعات سينية ذات طاقة أو جهد ٢٠٠ كيلـــو

فولت K.v والأخرى جرعة الإشعاع تحت الاختبار، وقد تصل قيمة معامل الكفاءة البيولوجية إلى ٢٠ مرة قدر نظيره للإشعاعات السينية أو الجامية وذلك فى حالات جسيمات ألفا أو النيوترونات البطيئة (تأثير أشعة ألفا البيولوجية خطير جداً رغم نفاذيتها القليلة).

وحدات القياس للمواد المشعة:

١- كورى C-Curie:

ويعرف C-Curie بأنه الكمية من غاز Radon المتزنة مع ١ جرام من مادة الراديوم Radium وقيمته ٣,٧ × ١٠^١٠ تحلل فى الثانية أو كمية المادة المشعة التى تعطى ٣,٧ × ١٠^١٠ تحلل فى الثانية.

والمللى كيورى mCi : هو كمية المادة المشعة التى تعطى ٣,٧ × ١٠^٧ تحلل فى الثانية.

والميكرو كيورى UCi : هو كمية المادة المشعة التى تعطى ٣,٧ × ١٠^٤ تحلل فى الثانية.

٢- وحدة راذرفورد:

تعرف وحدة راذرفورد بأنها كمية المادة المشعة التى تعطى ١٠^٦ (مليون) تحلل فى الثانية وعليه واحد كورى يساوى ٣,٧ × ١٠^٤ راذرفورد.

٣-وحدة بكيريل:

وهى وحدة أخرى إستخدمت بعد عام ١٩٧٥ وتسمى وحدة بكيريل نسبة إلى العالم هنرى بكيريل وهى تساوى واحد تحلل فى الثانية.

٤- وحدة جراى:

تستخدم وحدة الجراى عند تطبيق المعاملة بالإشعاع لحفظ المواد الغذائية. هذا ويمكن تحديد العلاقة بين وحدة الجراى ووحدة الراد على النحو التالى:

جراى = ١٠٠ راد

كيلو جراى = ١٠٠٠ جراى

كيلو جراى = ١٠٠ كيلو راد

كيلو راد = ١٠٠٠ راد

ميجا راد = مليون راد

ميجا راد = ١٠ كيلو جراى

أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية:

١- الأفلام الوقائية Protection film:

من المعروف علمياً والمسلم به أن الأفلام الحساسة عندما تتعرض لأى نوع من الإشعاع يتأثر تركيبها الكيماوى بدرجة ما تعتمد على كمية الإشعاع ونوعه وطاقته. وعند تحميض هذه الأفلام وغسلها وتثبيتها وتحقيقها بالطرق المعتادة تكون درجة الاظلام فى الفيلم مقياس للجرعة التى امتصت فى الفيلم أو بصفة عامة قياس لجرعة التعرض، ولقد أمكن تحديد العوامل التى تجعل من هذه الأفلام ومن هذه الطريقة وسيلة دقيقة للتقنين الإشعاعى وكذلك معايرة أنواع الأفلام الخاصة بهذا الغرض بحيث يمكن الاستدلال على جرعة التعريض وذلك بعد أن يتم تحميض الفيلم وتثبيته وقراءته بعد الجفاف على الأجهزة الخاصة لقياس درجة الاظلام للأفلام المعرضة للإشعاع.

٢- الأقلام Pencil dose meter:

وهى عبارة عن غرفة تأين صغيرة. ينتج عن شحنة التأين عند امتصاص الإشعاع فى هوائها (غاز) وجد أن لها حركة مؤشر دقيق فوق مدرج معايير ليقرأ الفرد مباشرة جرعة التعرض على مقياس مدرج بالمللى

رونتجن أو المللى راد. وهذه الأنواع متعددة تختلف باختلاف الغرض الــذى تستخدم فيه.

٣-المساح الإشعاعى Survey meter:

يعتبر هذا النوع من الأجهزة وسيلة للحكم علــى معــدل ومســتوى جرعات التعرض على تداريج مختلفة المدى تتراوح بــين الميكــرورونتجن والمللى رونتجن والرونتجن، وهى مزودة بوسيلة كشف لإشعاعات ألفا وبيتا وجاما أى أن هناك أجهزة خاصة لقياس كل نــوع مــن هــذه الإشــعاعات وبعضها يصلح لقياس نوعين منها وهو الأكثر شيوعاً.

٤- المنبه الإشعاعى Radiation alarm:

تمثل هذه الوسيلة للتنبيه عن طريق ارسال ضوء أحمــر أو جــرس يدق بشدة عند زيادة مستوى الإشعاع عند حد معين، ومن هذه المنبهات أنواع ثابتة وأخرى متحركة، وهى أساساً لمجرد التنبيه بأن مستوى الإشعاع فــى مكان تواجد وسيلة القياس المتصلة بالمنبه كوحدة أعلى مما يجــب، ولــذلك يتحتم على اخصائى الوقاية فى هذه الحالة التصرف بسرعة لاتخــاذ كافــة الإجراءات الوقائية التى تخفض جرعة التعرض إلى أقل من الحد المســموح التعرض له.

طرق وأجهزة تعيين الإشعاعات الذرية:

أوضح بسيونى (١٩٩٠) أن من أهم خــواص الإشــعاعات الذريــة مقدرتها على تأين الغازات التى تمر خلالها ولذلك فأنه من الســهل تعينهــا بعدادات تحتوى على الغازات التى تتأين بمرور الإشــعاعات فيهــا وبــذلك تتحول هذه الغازات إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة، وبواســطة لــوحين يمحلان شحنتين كهربائيتين مختلفتين من طرفى بطاريــة كهربائيــة يمكــن

انجذاب تلك الأيونات لها، فتسبب فى تحركاتها تياراً كهربائياً يمكن قياسه. هذا ومن الممكن تكبير تيار التأين ومن الممكن تسلسل عملية التأين فيزداد تبعاً لذلك زيادة تصاعدية بدرجة تمكن من قياسه بالأجهزة المتداولة فى المعامل الخاصة بدراسات الإشعاعات الذرية. وإليك عزيزى القارئ بعضاً من أجهزة القياس طبقاً لما أوضحه بسيونى (١٩٩٠).

١- غرفة التأين:

وهى عبارة عن غرفة أسطوانية فى مركزها سلكين بينهما عازل يتصلان ببطارية كهربائية. وعند مرور الإشعاعات الذرية خلال ما تحويه الاسطوانة من الغاز فأن هذه الإشعاعات تعمل على تأين الغاز وتُجذب الأيونات الموجبة نحو القطب السالب والأيونات السالبة (إلكترونات) نحو القطب الموجب منتجة تياراً كهربائياً يتوقف على شدة التأين وبالتالى على طاقة الأشعة المؤينة وعددها.

٢- العداد النسبى:

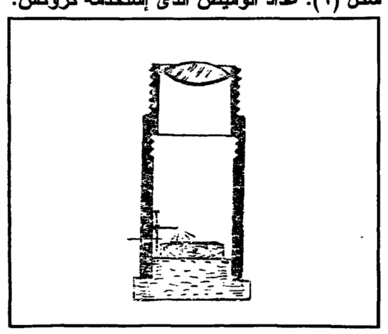
الفكرة الأساسية التى يعتمد عليها العداد النسبى أنه إذا انجذبت الأيونات السالبة (الإلكترونات) بشدة وعنف نحو القطب الموجب فأنها تقوم بتأيين جزيئات الغاز فى مسارها فيتسلسل التأين ويزداد تبعاً لذلك التيار بدرجة متوسطة وبه تتميز الطاقات المختلفة للإشعاعات المؤينة.

٣- عداد الوميض:

أوضح عيسى وآخرون (١٩٦٤) أن العالم كروكس Crookes لاحظ انبعاث وميض خاطف عند اصطدام أشعة ألفا بسطح مغطى بطبقة كبريتيد الخارصين. ويُنتج كل جسيم من جسيمات ألفا ومضة ضوء خاطفة لونها أصفر يميل إلى الاخضرار، وتستعمل هذه الطريقة لقياس عدد جسيمات ألفا

فى وجود الإشعاعات الأخرى لأن سطح كبريتيد الخارصين لا يتأثر بجسيمات بيتا أو أشعة جاما. ومن الظواهر سالفة الذكر نشأت الفكرة الأساسية التى تعتمد عليها عدادات الوميض، حيث أن هناك أنواع من السوائل والبلورات تحول الإشعاعات الذرية الساقطة عليها إلى ضوء يؤثر فى مهبط خلية ضوئية توضع عند نهاية السائل أو البلورة فينتج تياراً كهربائياً يتوقف على طاقة الإشعاعات الذرية. وفى عدادات الوميض الكهروضوئية يتم الكشف عن الوميض بإستخدام خلية كهروضوئية، تحوله إلى نبضة من تيار كهربائى يمكن تكبيرها ثم تسجيلها بمؤشر. كما ابتكرت أجهزة وميض للكشف عن جسيمات بيتا وأشعة جاما وتعتمد هذه الأجهزة على ظاهرة التفسفر fluorescence الناتج من المركبات العضوية مثل النفثالين ، الانثراسين الستلبين وفى أيوديد الصوديوم المنشط بعنصر الثاليوم، وتستخدم خلية كهروضوئية تعد جسيمات بيتا أو أشعة جاما. والشكل رقم (٩) يوضح عداد الوميض الذى إستخدمه كروكس.

شكل (٩): عداد الوميض الذى إستخدمه كروكس.

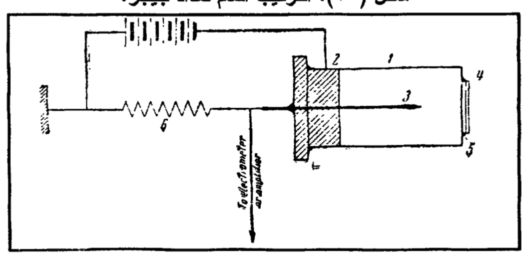


المصدر: (عيسى ووآخرون ، ١٩٦٤).

٤- عداد جيجر:

يتكون عداد جيجر من اسطوانة معدنية أو زجاجية رسب عليها طبقة رقيقة من معدن الفضة أو الجرافيت. مثبت فى منتصفها سلك رفيع من التنجستين بينهما عازل وتوصل الاسطوانة بالطرف السالب لمصدر كهربائى قوى، ويوصل السلك بالطرف الموجب لمصدر التيار الكهربائى. وعداد جيجر يشبه العداد النسبى فى التركيب غير أنه يحتوى على غاز الأرجون وبخار الكحول أو غيرها ذى ضغط منخفض مثل الهيليوم أو غاز النيون وهاليد عضوى. ويستعمل لعد جسيمات بيتا β وأشعة جاما. والتيار به لا يتوقف على طاقة الأشعة ولكن يتوقف على كمية الأشعة المؤينة وأقصى عدة يمكن عدها ٥٠٠٠ عدة فى الثانية، وعموماً وعملياً للحصول على نتائج دقيقة يجب إلا تتعدى هذا الحد. هذا وقد أوضح بسيونى (١٩٩٠) أن لعداد جيجر أشكالاً مختلفة. وتختلف الأشكال باختلاف الأغراض التى تستعمل فيها، فمنها ما هو سميك المهبط ومنها ما هو رقيق المهبط ومنها ما له شباك من مادة رقيقة جداً تسمح بمرور أشعة بيتا الضعيفة. والشكل رقم (١٠) يوضح التركيب العام لعداد جيجر.

شكل (١٠): التركيب العام لعداد جيجر.



المصدر: (عيسى ووآخرون ، ١٩٦٤).

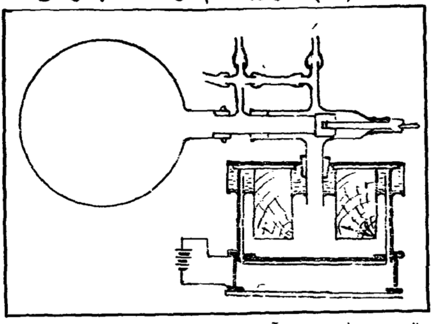
٥- غرفة السحاب لولسن :Wilson Cloud Chamber

تتكون غرفة السحاب من وعاء مصنوع من الزجاج يحتوى علـــى هواء نقى خالى من أى غبار. وهذا الوعاء له نافذة من الزجاج تمثل واجهة لتصوير المسارات ويتحرك بداخله مكبس ويوضع بغرفته قدر يسير من الماء وذلك لضمان تشبع الغاز ببخار الماء، كما يحتوى أيضاً علـــى القليـــل مـــن الكحول. وحين يتم سحب المكبس فجأة للخارج تنخفض درجة حرارة الهواء المشبع، ويصبح الهواء فى حالة فوق التشبع Supersaturated. وعنـــدما تنفذ خلال الهواء المشبع جسيمات مشحونة سالبة أو موجبـــة فإنهـــا تعمـــل كالأنوية التى تتكثف حولها قطرات الماء.

هذا وبإستخدام مصدر إضاءة قوى نتمكن من رؤية مســـار الجســـيم الذى يبدو على هيئة خيط رفيع أو سميك. ويستعمل الكحول وذلك للحصول على مستوى عالى لعملية التكثيف خاصة للأيونات الموجبـــة. وبملاحظـــة انحناء الأثر السحابى فى المجال المغناطيسى يمكن إدراك شحنة الجسيم.

هذا وقد أدخلت عدة تعديلات على غرفة ولسن، فتم تزويدها بجهـــاز تصوير تلقائى لا يقوم بعملية التصوير إلا حين مرور أشعة من الجســـيمات. كما أجرى تغليف الغرفة بألواح من الرصاص يمكن تغيير سمكها بحيـــث لا تسمح إلا لنوع واحد من الإشعاعات بـــالمرور خلالهـــا. وتســـتخدم غرفـــة السحاب لتسجيل مسارات الجسيمات الذرية. وقد ثبت علمياً أن لجسيمات ألفا أعلى قيمة من التـــأين النـــوعى Specific ionization وبـــذلك تتميـــز بمسارات خطية سميكة ذات انحناء عند نهايتها، وتنتج الإلكترونات البطيئـــة مسارات رفيعة ملتوية وذلك لما تعانيه من تشتت داخل ذرات الغاز. والشكل رقم (١١) يوضح التركيب العام لغرفة السحاب لولسن.

شكل (١١): التركيب العام لغرفة السحاب لولسن.



المصدر: (عيسى ووآخرون ، ١٩٦٤).

الطاقة الذرية:

نشأت الطاقة الذرية لأول مرة عند محاولة إدخال نيوترون جديد على نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ حيث اضطربت النواة ولم يحدث إيجاد النظير الذى كان منتظراً الحصول عليه لهذا العنصر كما هو الحال بالنسبة للعناصر الأخرى. وإنما الذى حدث فى هذه الحالة بالذات هو انفجار نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ وتفتتها إلى مجموعات صغيرة كل منها كون عنصراً جديداً، ويتوقف كل عنصر من العناصر الجديدة الناتجة عن عملية التفتيت هذه على عدد البروتونات الموجودة فى كل مجموعة فإذا كانت المجموعة تحتوى على ٥٦ بروتوناً تكون عنصر الباريوم ، وإذا احتوت على ٣٦ بروتوناً تكون عنصر الكربتون وهكذا بالنسبة للباقى.

وتنطلق عادة من انشطار نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٥ طاقة كبيرة جـــداً تقدر بعشرين مليون ضعف للطاقة المتولدة من إشعال جزئ من الـــديناميت وذلك عند تفجير ذرة يورانيوم واحدة.

ومن السرد السابق نرى أنه يمكن استنباط نظائر جديدة قابلة بدورها للانقسام وهذا ما يحدث بالفعل فى الأفران الذرية التى انتشر استعمالها فـــى كثير من دول العالم وأصبحت تستعمل فى إنتاج الطاقة الذرية والتى تستخدم فى النواحى السلمية.

زمن الانتصاف أو نصف العمر للعناصر المشعة:

أثبتت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن العنصر المشع يبدأ فـــى إصدار إشعاعاته حتى يتحول إلى عنصر آخر جديد. وقد يكون هذا التحـــول النووى من عنصر إلى آخر بسيطاً وقد يكون معقداً يمر فى عـــدة مراحـــل مختلفة حتى يتحول العنصر ذو النشاط الإشعاعى إلى عنصر مســتقر فمـــن ذلك مثلا أن الكوبالت ٦٠ يتحول إلى النيكـــل وأن الراديـــوم يتحـــول إلـــى الرصاص وأن الفوسفور ٣٢ يتحول إلى الكبريت.

وتنطلق الإشعاعات المعروفة والتى سبق ذكرها فى بداية هذا البـــاب ألا وهى أشعة ألفا وبيتا وجاما من نوى ذرات العناصر تبعاً لمعدلات ثابتة. هذا ويمكن حسابها كمياً. وأن نعرف مقدار ما يتناقص منها تدريجياً أى يمكن بالضبط تحديد المدة التى ينتهى عندها الإشعاع. ويعرف الزمن الذى تصـــل كمية المادة المشعة بعده إلى النصف بنصف العمـــر أو زمـــن الانتصـــاف. والجدول رقم (٣) يوضح نصف عمر بعـــض النظـــائر المشـــعة ونوعيـــة الإشعاعات التى تصدر من كل منها.

جدول (٣): نصف عمر بعض النظائر المشعة ونوعية الإشعاعات التى تصدر من كل منها.

النظير المشع	نصف عمره	إشعاعاته
كربون ١٤	٥٧٠٠ سنة	بيتا سالبة
صوديوم ٢٢	٢,٦ سنوات	بيتا موجبة ، جاما
فوسفور ٣٢	١٤,٣ يوما	بيتا سالبة
كبريت ٣٥	٨٧ يوما	بيتا سالبة
كالسيوم ٤٥	١٦٣يوما	بيتا سالبة
حـــديد ٥٥	٣ سنوات	أشعة إكس
حـــديد ٥٩	٤٥,٣ يوما	بيتا سالبة + جاما
كوبالت ٦٠	٥,٣ سنوات	بيتا سالبة + جاما
أسترانشيوم ٩٠	٢٨ سنة	بيتا سالبة
فضة ١١٠	٢٧٠ يوما	بيتا سالبة + جاما
يـــود ١٣١	٨ أيام	بيتا سالبة + جاما
سيزيوم ١٣٧	٣٣ سنة	بيتا سالبة + جاما
ذهب ١٩٨	٢,٧ يوما	بيتا سالبة + جاما

المصدر: (هزاع ،١٩٦٠).

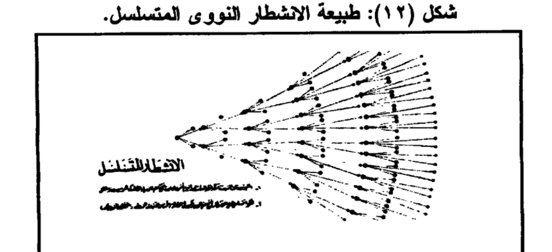
القنبلة الذرية:

سبق أن ذكرنا أن القنبلة الذرية تعتبر قنبلة إنشطارية. حيث يتم الانشطار فى نواة عنصر ثقيل كاليورانيوم (٢٣٥) أو البلوتونيوم (٢٣٩) وذلك بادخال نيوترون فيها فيشطرها لنواتين مشعتين ويخرج من ٢ – ٣ نيوترون يهاجم نواة ذرة أخرى من العنصر الثقيل فيشطرها لنواتين مشعتين. وينتج عن كل إنشطار نووى حرارة هائلة. ويظل تسلسل الانشطار فى نوى

بقية ذرات العنصر الثقيل وفى كل مرة ينتج طاقة هائلة يطلق عليها الطاقة الانشطارية وهذا النوع من الانشطار يسمى الانشطار النووى المتسلسل. والشكل رقم (١٢) يوضح طبيعة الانشطار النووى المتسلسل.

وقد أوضح عوف (١٩٩٥) أن الوقود النووى فى القنبلة الذرية عبارة عن عنصر البلوتونيوم (٢٣٩) بتركيز ٩٣% بينما فى المفاعلات الذرية يكون بتركيز ٦٠% لهذا فوقود المفاعلات الذرية أقل ضرراً من وقود القنابل الذرية. هذا ويمكن تركيز البلوتونيوم (٢٣٩) فى مصانع سرية لتحويله لوقود للقنابل الذرية. وهذه العملية يطلق عليها عملية الاخصاب. ويستخدم اليورانيوم (٢٣٥) كوقود نووى لكن نسبته ٠,٧% فى اليورانيوم الطبيعى الذى يخصب لتصل فيه نسبة اليورانيوم (٢٣٥) من ٤٠% إلى ٩٥%.

شكل (١٢): طبيعة الانشطار النووى المتسلسل.



المصدر :(هزاع ، ١٩٦٠).

الاندماج النووى:

أوضح عوف (١٩٩٥) أن الاندماج عكس الانشطار، لأن الانشطار يعتمد على انشطار نواة الذرة الثقيلة بنيوترون مسرع. بينما الاندماج يعتمد على دمج نواة خفيفة فى نواة أثقل مولداً طاقة ونيوترونات. ويتم ذلك بإعطاء

النواة المندمجة طاقة عالية للتغلب على القوة الكهربائية الهائلة فى النواة المهاجمة.

القنبلة الهيدروجينية:

أوضح عوف (١٩٩٥) أيضا أن القنبلة الهيدروجينية هى قنبلة اندماجية حيث يتم عند تفجيرها دمج نوى نظائر الهيدروجين ديتريم وتريتيم مع بعضها لتوليد الهيليوم، ويتم هذا الاندماج برفع درجة حرارة النوى لأكثر من ١٠٠ مليون درجة مئوية ويتم الحصول على هذه الدرجة بواسطة تفجير قنبلة ذرية حولها (انشطارية) لتعطى للمادة الاندماجية (نظير الهيدروجين) طاقة من أشعة X ذات السرعة الفائقة والتى تقترب من سرعة الضوء. فعندما نفجر القنبلة الذرية الانشطارية ينبعث منها حرارة فائقة تولد الاندماج النووى.

أما فى القنبلة الهيدروجينية فينبعث منها قوة تدميرية هائلة ونيوترونات مسرعة تداهم نوى البلوتونيوم الباقية فى القنبلة الذرية. لهذا نجد أن القوة التدميرية مذهلة وتصل لما يعادل ١٠٠ إلى ٢٠٠ طن من مادة (TNT). لهذا يطلق على تفجير القنبلة الهيدروجينية التفاعل الاندماجى. هذا ولم يتوقف التطور عند هذا الحد بل تم إنتاج أسلحة متطورة أكثر خطورة وضراوة على بنى البشر. حيث أن هناك أسلحة إندماجية متطورة تقوم بعملية الاندماج الحرارى على مراحل. فتوضع اسطوانة من مادة الليثيوم ديتريميد فى قلب القنبلة الهيدروجينية وحولها قنبلة ذرية انشطارية، عندما تنفجر تنطلق منها نيوترونات فائقة السرعة تقوم بضرب نواة ذرة الليثيوم ديترميد لتولد بذلك طاقة هائلة. ونوى تريتيم تقوم بعملية الاندماج النووى مع عنصر الديتيريم

فى مادة الليثيوم فتتولد طاقة تدميرية هائلة، والمعروف أن الديتيريم غاز فى درجة الحرارة العادية لهذا يحول لمركب الليثيوم ديتريميد ليصبح مادة صلبة.

ولم يتوقف العلماء عند هذا فقد أخذوا يبحثون عن طريقة أخرى لمضاعفة قوة الانفجار التدميرى فصنعوا القنبلة الانشطارية - الاندماجية- الانشطارية. فوضعوا المادة الاندماجية (نظير الهيدروجين) وحولها معدن اليورانيوم وغلفوها بقنبلة إنشطارية من البلوتونيوم. فعند تفجير القنبلة الذرية الخارجية تتولد طاقة حرارية عالية تحدث إندماجاً نوويا داخل الغلاف اليورانيومى. فتنبعث نتيجة هذا الاندماج نيوترونات مسرعة تهاجم نوى اليورانيوم فتحدث إنشطاراً نووياً متسلسلاً.

أما عن الجانب السلمى لإستخدام هذه الطاقات فيتم الاندماج الحرارى فى المفاعلات النووية لتوليد الطاقة. لأن دمج ذرتين من الهيدروجين يتولد عنه غاز الهيليوم وطاقة حرارية عالية. ولا يفوتنا فى هذا المقام أن نذكر القارئ بعظمة الخالق سبحانه وتعالى حيث أن الاندماج النووى الحرارى يتم فى نجوم وشموس الكون لتشع حرارتها ويتم ذلك فى نوى الذرات الخفيفة كالهيدروجين أو الهيليوم وهذا يقودنا إلى إعطاء فكرة مبسطة عن الأشعة الكونية.

الأشعة الكونية:

سبق أن ذكرنا أن أشعة أو جسيمات ألفا هى عبارة عن نواة ذرة هيليوم وشحنتها موجبة تمتصها المواد بسرعة فهى قليلة النفاذ ويمكنها عمل تأين ذرات التى تمر عليها، ويمكن أن نتتبع مسيرها فى غرفة السحاب. وكتلتها ٤ وحدات منها ٢ بروتون و٢ نيوترون وهى مكونات نواة ذرة

الهيليوم وتتأثر بالمجال المغناطيسى والكهربائى، تسير بسرعة كبيرة تقترب من ٠,١ من سرعة الضوء.

كما ذكرنا أن جسيمات بيتا β أكبر من دقائق أشعة ألفا فى مقدرتها على النفاذ مائة مرة وهى عبارة عن إلكترونات سالبة سرعتها أكبر من ألفا وهى تُأين الذرات التى تمر عليها. قدرتها على النفاذ عالية وسرعتها تقترب من سرعة الضوء.

وأيضا سبق أن أوضحنا أن أشعة جاما لها قدرة على النفاذ ١٦ ألف مرة بالنسبة لأشعة ألفا. ولذا فهى تنفذ خلال المواد بسرعة وبسهولة فلها قدرة عالية على ذلك وهى ليست كتل أو رقائق أو أجزاء لها وزن. ولكنها فى الحقيقة عبارة عن موجات أقصر من موجات أشعة أكس وهى لا تنحرف بالمجال المغناطيسى أو الكهربائى. ولها قدرة على تأين الغازات أو الذرات التى تمر عليها وبواسطتها يمكن أن نأخذ صورة للأجسام التى تعترض مسار هذه الأشعة بواسطة لوح فوتوغرافى. وتعمل هذه الأشعة بريقاً ووهجاً إذا سقطت على مواد معينة. ولا تستطيع اختراق ٣٠ سم من الحديد ولا تستطيع اختراق ٢٠ سم من الرصاص بالرغم من طول موجتها القصيرة، وسرعتها كبيرة جداً تبلغ سرعة الضوء. وهى أشعة لا تحمل شحنة فهى موجات كهرومغناطيسية.

أما الأشعة الكونية فهى نوع آخر من الأشعة عبارة عن جسيمات ذات طاقة عالية منبعثة من الفضاء الخارجى. هذه الجسيمات تختلف فى شحنتها فمنها الموجب والسالب. ومنها عديم الشحنة وهى تشمل أيضا البروتونات والإلكترونات والنيوترونات التى يتراوح وزنها بين ٠,١ وضعف وزن البروتون. وقد تصل طاقة هذه الجسيمات إلى بليون فولت إلكترون، إلا

أنها تفقد أغلب هذه الطاقة أثناء حركتها من الفضاء الخارجى إلى أن تصل إلى سطح الكرة الأرضية.

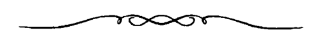
ونظراً لأن أغلب هذه الجسيمات ذات شحنة كهربائية موجبة أو سالبة لذلك فأنها تتأثر بالمجال المغناطيسى للأرض وتنحرف وفقاً له، لذلك فأن شدة الأشعة الكونية أكبر ما تكون عند القطبين وأصغر ما تكون عند خط الاستواء، وأيضا تختلف شدة الأشعة الكونية بالارتفاع عن سطح البحر إذ أنها تصل إلى ضعف شدتها إذا ارتفعنا عن سطح البحر بمسافة قدرها ٥٠٠٠ قدم ويزداد معدل الجرعة الإشعاعية من ٣٠ مللى ... فى السنة إلى ٦٠ مللى راد فى السنة.

الباب الثانى

الإشعاعات الذرية وتقدم العلوم الزراعية

- مجالات علم كيمياء الأراضى
- العوامل المؤثرة على شدة الخواص فى صورة الأشعة
- النشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية
- المصادر الطبيعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى
- المصادر الصناعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى
- تأثر التربة بالقنابل الذرية والهيدروجينية
- مجالات علم تغذية النبات
- التطبيقات العملية للنظائر المشعة فى تغذية النبات
- تتبع ميكانيكية امتصاص العناصر المغذية
- تتبع تثبيت النيتروجين الجوى لبعض النباتات
- أثر الفوسفور فى مقاومة النبات للصقيع
- العلاقة بين التركيب الكيميائى للنبات والمحلول الأرضى
- تأثير محسنات التربة ومثبطات النترته على النيتروجين
- الإشعاعات الذرية وفيزياء الطور السائل فى الأراضى
- الإشعاعات الذرية واستصلاح الأراضى الملحية
- الإشعاعات الذرية وعملية التمثيل الضوئى
- الإشعاعات الذرية والعمليات الفسيولوجية فى الحيوان

الباب الثانى



الإشعاعات الذرية وتقدم العلوم الزراعية

أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن الإشعاعات الذرية والسابق الإشارة إليها فى الباب السابق من هذا لإصدار لها دور فعال فى تقدم العديد من العلوم الزراعية. وفى الصفحات التالية من هذا الباب توضيح عن أهمية هذه الإشعاعات فى تقدم أهم علوم الأراضى والمياه وكذلك فسيولوجيا النبات والحيوان على النحو التالى:

أولاً: مجالات علم كيمياء الأراضى:

سُطر فى العديد من المراجع العلمية التى تهتم بدراسات وموضوعات كيمياء الأراضى أن العالم Hadding (1923) والعالم Rinne (1924) كانا أول من إستخدم أشعة X أكس فى دراسات معادن الطين. إلا أن كل من العالم Hendricks and Fary (1930) وكذلك العالم Kelly *et al.* (1931) يعتبروا أول من أكد على أن طين الأراضى يحتوى على مواد متبلورة تعطى خطوطاً مميزة فى صور التشتت بأشعة X. وفى الوقت الحاضر وبعد مرور أكثر من سبعين عاماً على إستخدام أشعة X فى دراسات معادن طين الأراضى، يمكن القول بأن إستخدام هذه الأشعة فى التحليل كان له أثر كبير فى التعرف على معادن الطين المختلفة خاصة إذا ما قورنت هذه الطريقة بأى طريقة أخرى من طرق التحليل المتبعة وذلك فى تحديد صفات وبناء وتواجد معادن الطين فى الأراضى الزراعية.

وقد أصبح إستخدام أشعة X فى العديد من المعامل والمختبرات من أهم الخطوات اللازمة للتحديد الكامل والدقيق ليس فقط لصفات الأراضى وتكوينها بل للتعرف على التركيب الكيماوى والبلورى للعديد من المركبات الكيماوية التى تستخدم فى شتى مناحى الحياة.

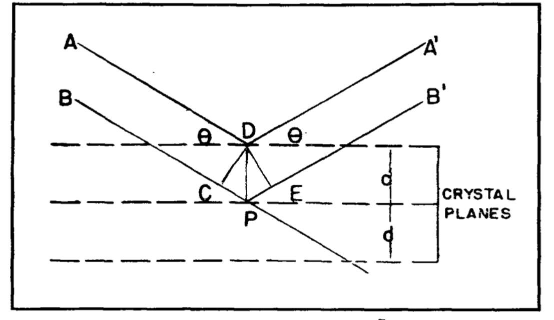
وقد أوضح حسن وآخرون (١٩٧٢) أن إستخدام أشعة X فى التحليل المعدنى يعتمد أساساً على ظاهرة فيزيائية هامة وهى تشتت هذه الأشعة بواسطة الذرات التى تتكون منها بلورة المعدن، ثم يتم تقوية هذه الأشعة والتى حدث لها تشتت فى اتجاه معين بعيداً عن البلورة. هذا وتتوقف عملية التقوية التى تحدث للأشعة المتشتتة كمياً على المسافة التى تفصل المستويات الذرية عن بعضها كما وضعها براج فى قانونه الشهير Bragg's Law:

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

حيث أن λ تساوى طول موجة أشعة إكس الساقطة على البلورة ، d تمثل المسافة بين المستويات البلورية Spacing ، θ تمثل زاوية سقوط أشعة إكس أما n فهو عدد صحيح ١ أو ٢ أو ٣.... الخ ويمثل درجة التشتت Order of diffraction وهذا العدد يعبرعن عدد الموجات التى تشكل الفرق بين شعاع وآخر فى حالة تقوية أو ما يطلق عليه in phase والفرق يسمى phase difference. ولكى نتفهم قانون براج Bragg' s Law دعنا نفترض أن حزمة من الأشعة السينية (أشعة X) أحادية الموجة monochromatic طول موجتها λ سقطت على بلورة ما بزاوية مقدارها θ. فأن بعض هذه الأشعة سوف يتخلل البلورة والبعض الآخر سوف يحدث له تشتت جزئى وذلك بواسطة مستويات البلورة المتتابعة والشكل رقم (١٣) يوضح تشتت الأشعة السينية من مستويات بلورية طبقاً لقانون براج.

فإذا افترض أن (d) تمثل البعد أو المسافة بين المستويات المختلفة فى البلورة وأن (θ) تمثل الزاوية الحرجة التى عندها تكون الأشعة المتشتتة من مستويات بلورة متتابعة فى حالى تقوية لبعضها in phase أى تكون جميعها فى جبهة واحدة عندما تنفذ من البلورة فإنه يمكننا الآن استنتاج قانون براج.

شكل (١٣): تشتت الأشعة السينية من مستويات بلورية طبقا لقانون براج.



المصدر:(حسن وآخرون، ١٩٧٢).

إذا أخذنا شعاع يسلك BPB' على سبيل التوضيح فإنه يكون قد سار مسافة أطول من الشعاع الذى سلك المسار ADA' بحيث أن هذا الفرق فى المسار لابد أن يساوى عدداً صحيحاً من الموجات أى ($n\lambda$) حتى يمكن أن يكون الشعاعان فى حالة تقوية أى فى نفس الطور in phase.

ومن الشكل رقم (١٣) يكمن لنا أن نستنتج قانون براج كالآتى:

الفرق فى المسار = $PC + PE$

$$d \sin\theta + d \sin\theta = n\lambda$$

إذن $2d \sin\theta = n\lambda$

وعلى هذا فإن المسافة بين المستويات البلورية Spacing (d) تساوى:

$$d = n \lambda / 2 \sin \theta$$

وعندما تكون n تساوى ١ أى عندما يكون التشتت من الدرجة الأولى First order فإن:

$$d = \lambda / 2 \sin \theta$$

وحيث أن طول الموجة λ للأشعة السينية تكون معلومة (بالنسبة للنحـــاس = ١,٥٤٠٥ أنجسترام) والزاوية θ التى يحدث ويتم عندها التشـــتت الأعظـــم للأشعة السينية يمكن قياسها فإنه يمكن مـــن المعادلـــة ($d = \lambda / 2 \sin \theta$) حساب قيمة (d) والتى تمثل المسافة بين المستويات البلورية المتتابعـــة فـــى اتجاه معين داخل البناء البلورى.

وقد أوضح حسن وآخرون (١٩٧٢) أيضاً أنه يمكن أن يحدث التشتت عند زوايا أخرى مختلفة عند قيم مختلفة من (n). وقد أكدوا على أنـــه فـــى جميع الحالات فإن قيمة (d) المحسوبة من معادلة براج تكون واحدة حيـــث أنها تتوقف على البناء الذرى ولا تتوقف على زاويـــة التشـــتت أو درجـــة التشتت.

ويحدث التشتت عندما تنطبق معادلة براج على الأشـــعة الســـاقطة. وعندما تكون طول موجة أشعة X لنفس الجهاز ثابتة ويكون الهدف ثابـــت ومعروف فإن تشتت الأشعة هنا يتوقف على الزاوية الحرجة للسقوط θ التى يحدث عندها أعلى تقوية للأشعة السينية المتشتتة، وبالتالى يمكن تتبع حدوث هذا التشتت وذلك بقياس الأشعة المتشتتة وذلك بإستخدام الأفلام الحساسة أو بإستخدام عداد جيجر والتى سبق توضيحها فى الباب الأول من هذا الإصدار.

ويمكن بتغيير قيمة الزاوية الحرجة للسقوط (θ) فى المعادلة وذلك عن طريق تغيير وضع البلورة بالنسبة للأشعة الساقطة أو يمكن بتغيير وضع الأشعة الساقطة بالنسبة للبلورة الوصول إلى مستويات متعددة فى البلورة يحدث كل منها عند الزاوية الملائمة لها وهذا بدوره يؤدى إلى أنه يمكن حساب قيمة (d) والتى تمثل المسافة بين المستويات المختلفة للبلورة فى اتجاهات متعددة داخل البلورة الواحدة.

وعموماً فأن التحليل بالأشعة السينية (X) يمكن أن يتم على بلورة واحدة وفى هذه الحالة يسمى Single Crystal وهذا بدوره يؤدى إلى الحصول على صور لاوى Laue Pattern . أو يمكن أن يتم التحليل فى مسحوق من البلورات التى تتميز بصغر حجمها وهذا بدوره يؤدى إلى الحصول على صور المسحوق Powder Pattern. هذا ويمكن الاستفادة من إستخدام أشعة أكس فى تحليل الطين لتحقيق العديد من الأغراض المختلفة يمكن إيجازها فى الآتى:

١- التعرف على العديد من المعادن التى تحتويها عينات الأراضى الزراعية وذلك تبعاً للخطوط المميزة للمعادن المختلفة وأيضا قياس شدتها. والنتائج المدونة بالجدول رقم (٤) توضح الأبعاد البلورية المميزة لمعادن الطين بأشعة X وعلاقتها بطريقة معاملة وتحضير العينة.

٢- يمكن تمييز معادن المونتموريللونيت والفيرميكيوليت وذلك بالنسبة للسعة التبادلية. فقد ثبت من خلال نتائج الدراسات والبحوث التى أجريت أن معدن المونتموريللونيت ذا الشحنة المنخفضة (١٠٠ مللى مكافئ / ١٠٠ جرام) له بعداً بلورياً متمدداً ويبلغ هذا البعد ١٨ أنجسترام وذلك فى وجود الصوديوم، وقد ثبت أن هذا البعد لا يتغير عند معاملة معدن

المونتموريللونيت منخفض الشحنة بالبوتاسيوم. أما معدن المونتموريللونيت عالى الشحنة (١٣٠ مللى مكافئ / ١٠٠ جرام) له بعداً متمدداً فى وجود الصوديوم ولكن ثبت أن هذا البعد تقل قيمته وتصل إلى ١٤ أنجسترام وذلك بعد المعاملة بالبوتاسيوم أى يحدث للمعدن تضاغط. وكذلك يعطى معدن الفيرميكيوليت بعداً قدره ١٤ أنجسترام وذلك فى حالة وجود الصوديوم وينخفض هذا البعد إلى ١٠ – ١٣ أنجسترام وذلك بعد معاملة معدن الفيرميكيوليت بالبوتاسيوم. ويوضح الجدول رقم (٥) الأبعاد المميزة للمعادن الأخرى التى تتواجد مع معادن الطين ولا تتغير أبعادها بنوع أيون التشبع.

٣- يمكن عن طريق تتبع التغير فى البعد البلور (001) d لكل من معدنى المونتموريللونيت والفيرميكيوليت تقدير مساحة السطح لهذه المعادن وذلك من خلال إدمصاص الجليكول أو الجليسرين على هذه المعادن.

٤- يمكن تقدير الكمية النسبية لكل نوع من المعادن المختلطة عشوائياً أو بانتظام وذلك بقياس البعد البلورى (001) d لمعادن ٢:١ داخل الخليط.

٥- التقدير الكمى لمحتوى عينات الطين من معادن الكريستابوليت والكوارتز والفلسبارات والجبسيت وذلك حال وجودهم بنسبة أقل من ١٥%.

جدول (٤): الأبعاد البلورية المميزة لمعادن الطين بأشعة X وعلاقتها بطريقة معاملة وتحضير العينة.

بعد التشتت Diffraction Spacing A°	المعادن أو المعادن المحتملة
	العينات مشبعة بالصوديوم أو المغنسيوم ومجففة هوائيا
١٤ -١٥	كلوريت ، فيرميكيوليت ومونتموريللونيت
٩,٦٠ - ١٠,١٠	ميكا ، أيليت و هالوسيت
٧,٢٠ - ٧,٥٠	الميتاهالوسيت
٧,١٥	كاولينيت ، كلوريت (2nd order).
٧١,٧٠ - ١٨,٠٠	مونتموريللونيت
١٤ - ١٥	فيرميكيوليت – كلوريت
١٠,٨٠	هالوسيت
٩,٩٠ - ١٠,١٠	ميكا ، أيليت
٧,٢٠ - ٧,٥٠	الميتاهالوسيت
٧,١٥	كاولينيت ، كلوريت (2nd order).
	العينات مشبعة بالبوتاسيوم ومجففة هوائياً
١٤ - ١٥	كلوريت ومونتموريللونيت
١٢,٤٠ - ١٢,٨٠	مونتموريللونيت (عينات مختلطة التركيب)
٩,٩٠ - ١٠,١٠	ميكا، فيرميكيوليت (متضاغط) ، هالوسيت
٧,٢٠ -٧,٥٠	كاولينيت ، كلوريت (2nd order).
	العينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة إلى درجة ٥٠٠ °م
١٤	كلوريت
٩,٩٠- ١٠,١٠	الميكا ،فيرميكيوليت ومونتموريللونيت (متضاغطين)
٧,١٥	كلوريت (2nd order).

المصدر: (حسن وآخرون، ١٩٧٢).

جدول (٥): الأبعاد المميزة للمعادن الأخرى التى تتواجد مع معادن الطين ولا تتغير أبعادها بنوع أيون التشبع.

المعدن	الأبعاد المميزة بالأنجسترام
الأتابولجيت	١٠,٤٠ ، ٦,٤٠ ، ٥,٤٠
السيبوليت	١٢,٠٨
الكوارتز	٤,٢٧، ٣,٣٥
أنالسيت	٢,٩٢، ٣,٤٢ ، ٥,٥٩
لوسيت	٢,٨٢ ،٣,٢٥،٢,٩١، ٥,٤٤،٣,٤٠
الجبسيت	٤,٣٦ ، ٤,٨٦٢
الفلسبارات	٤,٠٢ ، ٣,٦٧
الهيماتيت	٢,١٩٨، ٣,٦٧،٢,٦٨٩،٢,٥٠٨

المصدر: (حسن وآخرون ،١٩٧٢).

العوامل المؤثرة على شدة الخطوط intensity فى صورة الأشعة:

١- حجم الحبيبات:

وجد أنه عند استعمال المعدن على هيئة Powder يجب مراعاة أن تكون الحبيبات ذات حجم مناسب للتشتت. فقد ثبت تجريبياً أن الحبيبات الكبيرة الحجم والتى تكون أقطارها أكبر من ١٠ ميكرون تؤدى إلى تكوين خطوط متقطعة غير مستمرة. أما الحبيبات الصغيرة جداً والتى تكون أقطارها أصغر من ٠,٠٢ ميكرون فإنها كثيراً ما تقترب فى هيئتها من الحبيبات الأمورفية (غير المتبلورة) وهذا بدوره يؤدى إلى الحصول على خطوط باهتة غير واضحة وعريضة منتشرة. وقد وجد تجريبياً أن الحجم المناسب من الحبيبات والتى تتراوح أقطارها من ٠,٠٥ – ١ ميكرون تعطى

خطوط رفيعة حادة يمكن قياسها بدقة عالية وبالتالى يمكن التعرف على المعدن بسهولة.

٢- تواجد المواد الأمورفية:

ثبت علمياً أن وجود المواد الأمورفية مثل الأكاسيد الحرة والكربونات يؤدى إلى إضعاف شدة الخطوط ويرجع ذلك لانخفاض تركيز المعادن المتبلورة ولأنها تزيد من قوى التنافر وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة الخلفية Background ومن هنا تظهر على هيئة هالة سوداء فى مركز الصورة أو تظهر على هيئة ارتفاع شديد فى مستوى Background وخاصة فى حالة diffractometer مع انخفاض مساحة القمم Peaks.

٣- درجة التوجية للبلورات المعدنية:

ويقصد بدرجة التوجية Orientation هو وضع البلورات بالنسبة لمستوياتها. فعلى سبيل المثال تترتب معادن الميكا أحياناً بحث تكون مستوياتها (001) متوازية وأفقية وهذا بدوره يؤدى إلى ارتفاع شدة هذه الخطوط وضعف أو انعدام الخطوط الناتجة من المستويات البلورية الأخرى.

٤- التركيب الكيماوى للمعادن:

ثبت تجريبياً أن وجود بعض ذرات العناصر الثقيلة فى بناء الهيكل البلورى لبعض المعادن يؤدى إلى حدوث تناثر للأشعة بطريقة مختلفة عن بقية الذرات.

ومن السياق السابق يمكن تحديد التركيب المعدنى للأراضى الرسوبية الطينية فى الدلتا ووادى النيل حيث أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن التركيب المعدنى للأراضى الزراعية الواقعة فى هذه المناطق يماثل إلى حد كبير التركيب المعدنى للمواد المعلقة فى مياه النيل وهذا يدل

على أن معادن هذه الأراضى كانت موروثة عن المواد المعلقة بمياه النهـر، كما أن هذه المعادن تماثل إلى حد كبير التركيب المعـدنى للصـخور التـى تتكون منها الهضبة التى تتواجد فى غرب إثيوبيا وكذلك المواد المعلقة فـى النيل الأزرق على وجه التحديد. وإليك عزيزى القارئ الملامـح الأساسـية للتركيب المعدنى للأراضى الزراعية فى كل من الدلتا ووادى النيل.

١- التركيب المعدنى للرمل:

حيث تجرى الدراسات المعدنية على حبيبات الرمل التـى تتـراوح أقطارها من ٥٠٠ – ٥٠ ميكرون وذلك بعد فصلها إلى مكونين وذلك علـى أساس الاختلاف فى كثافة حبيبات الرمل وذلك بإستخدام سائل البروموفورم كوسط للفصل. وتشمل هذه الحبيبات المعادن التالية:

مجموعة المعادن الخفيفة:

أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحـوث الحديثـة أن الجـزء الخفيف من المكون الرملى لهذه الأراضى يحتوى على نسب تتراوح من ٧٠ – ٨٠% من معدن الكوارتز، ١٠ – ١٧% من معادن الفلسبارات البوتاسية، ٣ – ٦% من معدن الألبيت، ٢ – ٤% من معدن الأوليجو كـلاز، ١ –٢% من معدن المسكوفيت هذا بالإضافة إلى وجود آثار من معدن الأندزين.

مجموعة المعادن الثقيلة:

أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أيضاً أن الجزء الثقيل من المكون الرملى لهذه الأراضى يحتوى علـى معـادن الأوجيـت والهورنبلند ومعدن الأبيدوت وتمثل هذه المعادن نسبة تتـراوح مـن ٧٥ – ٩٥% من المعادن الثقيلة فى هذا الرمل.

٢- التركيب المعدنى للغرين:

يعرف الغرين بأنه حبيبات التربة التى تتراوح أقطارها من ٥٠ – ٢ ميكرون وفى هذه الحبيبات يبدأ ظهور معادن الطين بالإضافة إلى المعادن الأولية. وقد أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث أن حبيبات الغرين تتكون من معادن المونتموريللونيت بنسبة ٥٠% كما تحتوى على كميات أقل من معادن الفيرميكيوليت والكاولينيت والميكا بالإضافة إلى حوالى ٢٠% من معدن الكوارتز، ١٥% فلسبارات، ٥% كالسيت، ٢- ٤% معادن الزيوليت كما يحتوى الغرين على بعض المواد غير المتبلورة.

٣- التركيب المعدنى للطين:

يعرف الطين بأنه حبيبات التربة التى تقل أقطارها عن ٢ ميكرون. وقد أوضحت نتائج الدراسات المصرية والتى إستخدم فيها أشعة إكس والتحليل الحرارى التفاضلى والتكاملى والتحليل الكيماوى الكلى والإذابة التفاضلية وقياس السعة التبادلية الكاتيونية والسطح النوعى على عينات جمعت من أراضى مختلفة فى الدلتا ووادى النيل أن متوسط التركيب المعدنى للطين بهذه الأراضى يتمثل فى النسب التالية: ٥٠ – ٦٠ % مونتموريللونيت، ١٥ – ٢٠% كاولينيت، ٥ – ١٠% ميكا و ٣ – ٥% فلسبار، ٣ – ٥% كوارتز، ٥ –١٥% أكاسيد حرة والمتمثلة فى السليكا والألومينا والحديد.

وعن دراسة أصل وتكوين معادن الطين فى بعض الأراضى الجيرية المصرية وذلك بإستخدام الأشعة السينية (أشعة X) فى تحليل هذه المعادن. قام Labib *et al.* (1982) بعمل ستة قطاعات ممثلة للأراضى الجيرية فى مصر وذلك فى أراضى الساحل الشمالى الغربى وهضبة توشكا وواحة

سيوة. وبعد أن تم فصل الطين تم فحصه وتحليله بواسطة الأشعة السينية وحسبت نسب كل معدن بطريقة نصف الكمية من المنحنيات المتحصل عليها. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن مكون الطين الناعم والخشن لعينات القطاعات الأرضية الستة يحتوى على معادن الباليجورسكيت بنسب تراوحت من ٩ – ٢٧% والمونتموريللونيت بنسب تراوحت من ٢ – ٥٥% والإليت بنسب تراوحت من٥ –٢٧% والكاؤولينت بنسب تراوحت من ٢- ٢٣%.

٢- وجدت كميات قليلة من معدن الكلوريت (صفر–١٣%) ومعدن الكوارتز (١ –٩%) ولسيبوليت (صفر – ٦%) والفلسبارات (١–٥%) ومعادن Interstratified (صفر – ١٢%).

٣- يعزى وجود كل من معدنى الباليجورسكيت والمونتموريللونيت إلى تكوينها أثناء دورات ترسيب الكربونات سواء أكانت بحرية أو جوية أو عالية الملوحة، وتحدد نسبة الألومنيوم : السليكا فى الوسط تكوين كل منهما.

٤- كذلك قد يفسر التكوين البيدولوجى للباليجورسكيت وجوده بنسبة أعلى فى الطبقات العليا عنه فى مادة الأصل.

٥- أما معدن الإليت يبدو أنه موجود فى المواد الأصلية للأحجار الجيرية لأن نسبته لا تتغير كثيراً فى طبقات القطاعات الأرضية.

٦- يعزى تكوين الكميات الضئيلة لمعدن الكلوريت إلى ترسيب الطبقات المشابهة للبروسيت على سطح أو بين طبقات المونتموريللونيت.

النشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية:

أثبتت الدراسات والبحوث الحديثة أن الصخور التى تتكون منها معظم الأراضى الزراعية تحتوى على مواد ذات نشاط إشعاعى. وهذا النشاط يمكن

الاستفادة به كمنشط لنمو النباتات. وقد أكد التحليل الطيفى للعديد من عينات التربة عن وجود عنصر الروبيديوم فى معظم أنواع الأراضى وأيضـا فـى معظم أنواع النباتات. هذا ويمكن القول بأن الكثير من أنواع الصخور التـى تتكون منها أنواع مختلفة من الأراضى الزراعية تحتوى على كميات محددة من المواد ذات النشاط الإشعاعى.

ولقد أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثـة أيضـاً أن للإشعاعات الذرية تأثيراً منشطاً على نمو النبات، وأن إضافة متخلفات بعض المواد المشعة للأراضى الزراعية قد أدى إلى زيادة إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية النامية عليها. وتجدر الإشارة هنا إلى أن استعمال هذه البقايـا ذات النشاط الإشعاعى قد أدى إلى زيادة النشاط الإشعاعى للأراضـى الزراعيـة ولكن بدرجة طفيفة لا تتناسب مع ما أضيف إليها من هذه الإشعاعات.

ومن وقت لآخر تطفو على الساحة العلمية بعض الآراء التى تشير إلى التأثير المفيد الناتج من تعريض الأراضى الزراعية للإشعاعات الذرية. ولكن بعض العلماء لهم رأى آخر حيث أن هذه الإشعاعات قد يكون لها تـأثيرات ضارة على النباتات النامية وأيضاً على الكائنات الحية الدقيقـة الضـرورية لخصوبة الأراضى الزراعية عند استعمالها بكميات كبيرة وغير مقننة.

المصادر الطبيعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية:

أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن بعض معـادن الصخور والأراضى تحتوى على كميات يمكن قياسها من المواد ذات النشاط الإشعاعى. وقد أوضحت نتائج هذه الدراسات والبحوث أنه على الرغم مـن أن مركبات البوتاسيوم المتواجدة فى الأراضى الزراعية لها نشاط إشـعاعى بسيط كما أنها لا ينبعث منها إلا أشعة بيتا Beta Rays فقط فـإن محصـلة

نشاطها الإشعاعى الكلى يقابل النشاط الإشعاعى لعنصرى الراديوم والثوريوم ويعزى ذلك لوجودها بالأراضى الزراعية بكميات كبيرة، وهذا ينطبق أيضا على عنصر الروبيديوم الذى يعتبر أكثر نشاطاً فى الناحية الإشعاعية من عنصر البوتاسيوم، ولكن بالرغم من هذا فإن النشاط الإشعاعى الكلى الذى يعزى إلى مركبات الروبيديوم فى التربة أقل بكثير من ذلك الذى يعزى إلى مركبات البوتاسيوم.

وقد أثبت التحليل الطيفى للعناصر عن وجود عنصر الروبيديوم فى معظم الأراضى وفى معظم النباتات، وقد ثبت علمياً أن الكميات الموجودة من الروبيديوم أقل بكثير من تلك الخاصة بالبوتاسيوم إذ إنها تتراوح من آثار بسيطة إلى بعض أجزاء من واحد فى المائة.

كما أوضحت نتائج بعض الدراسات أن الأراضى الناتجة من عروق البجماتيت تحتوى على كميات كبيرة نسبياً من عنصر الروبيديوم. وكما هو معروف علمياً من أن عنصر الروبيديوم يحدث له إدمصاص adsorption بواسطة معادن الطين فإنه بذلك لا يغسل ولا يضيع فى عمليات الغسيل بل تحتفظ به الأراضى بحال أكثر من البوتاسيوم وعلى ذلك فإن الكميات الصغيرة منه والمثبتة على معادن الطين تعتبر أحد أهم مصادر النشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية.

ويجدر بنا أن نشير إلى أن صخوراً عديدة من التى تشتق منها أنواع مختلفة من الأراضى الزراعية تحتوى على كميات معينة من المواد ذات النشاط الإشعاعى. ويوضح جدول رقم (٦) الكميات المعتاد وجودها فى جرام واحد من بعض الصخور.

جدول (٦): كميات المواد ذات النشاط الإشعاعى الموجودة فى بعض الصخور.

نوع الصخور	الراديوم بالجرام	الثوريوم بالجرام
الصخور الرسوبية	$١,٤٠ \times ١٠^{-١٢}$	$١,٦٠ \times ١٠^{-٥}$
الصخور القاعدية:		
البازلت	$١,١٩ \times ١٠^{-١٢}$	$٠,٨٠ \times ١٠^{-٥}$
الصخور الحامضية:		
الجرانيت	$٣,٣٤ \times ١٠^{-١٢}$	$٢,٨١ \times ١٠^{-٥}$

المصدر: (الشواربى، ١٩٦١).

كما أوضحت نتائج الدراسات والبحوث التى تمت عن النشاط الإشعاعى الطبيعى للآفاق الرئيسية لأراضى نيوزيلندة أن معادن بعض الصخور تحتوى على بعض العناصر ذات النشاط الإشعاعى الأولى فى الأراضى الزراعية. وقد ثبت أن معدلات النشاط الإشعاعى بالنسبة للأفق "C" من الحجر الرملى Sandstone والحجر السلتى Siltstone والـ rhyolitic ashbeds تعتبر فى حدود المعدلات المتوسطة أو العالية.

وقد تبين أن هناك تناقص فى المستوى الأولى للنشاط الإشعاعى نتيجة لعوامل التعرية أو لغسيل الطبقات السطحية من التربة، فقد أوضحت النتائج انخفاض مقدار النشاط الإشعاعى خلال القطاع الواحد فى الأفق "C" إلى الأفق "B" ومن الأفق "B" إلى الأفق "A" . وتجدر الإشارة هنا إلى أن انخفاض النشاط الإشعاعى فى التربة على هذه الصورة يشير إلى عدم وجود مواد متراكمة ذات نشاط إشعاعى فى الأفق "B" كما تشير أيضا إلى دخول هذه المواد المشعة فى دورة حياة النبات والحيوان.

ولقد وجد أن مقياس النشاط الإشعاعى للأفقين "B" ، "C" للأراضى التى نشأت من الحجر الرملى والدولوريت وبعض أنواع الصخور الأخرى يمكن إستخدامها فى تحديد نوع التربة، وأيضاً معرفة مدى التغيرات التى تحدث فى المواد الأصلية Parent material التى تنشأ منها الأراضى الزراعية. وتعتبر الأرضى التى أثرت فيها عوامل التعرية تأثيراً متوسطاً والأراضى التى تعرضت لعمليات الغسيل المحدودة هى أنسب الأراضى لمقارنة النشاط الإشعاعى الطبيعى للتربة. ولقد تم قياس وتقدير النشاط الإشعاعى لأراضى نيوزيلندة بعد عمل التصحيح اللازم للأشعة الكونية فوجد أنه يتراوح بين ٢١ – ١٥٤ C.P.M أو ما يعرف Count per minute أى مقدار العد فى الدقيقة بالنسبة لإشعاعات بيتا.

المصادر الصناعية للنشاط الإشعاعى فى الأراضى الزراعية:

شهدت السنوات الأخيرة إجراء العديد من البحوث الحقلية على الأراضى والنباتات النامية عليها وذلك باستعمال نظائر مختلفة ذات نشاط إشعاعى. ولقد كانت تلك التجارب أحد الأسباب الرئيسية فى زيادة النشاط الإشعاعى لأراضى عديدة خاصة والتى أجريت عليها هذه البحوث والتى يمكن حصرها فى الآتى:

أولاً : دراسة نمط امتصاص الفوسفور من الأرض والسماد المضاف:

والتقنية التى تتبع فى دراسة نمط إمتصاص الفوسفور من الأرض والسماد المضاف تتمثل فى إضافة الفوسفور ذى النشاط الإشعاعى للأراضى الزراعية فى صور مختلفة وهذا بدوره أدى إلى تراكم مخلفات ذات نشاط إشعاعى بالتربة. وفى مثل هذه الدراسات يبدأ عادة بحامض الفوسفوريك الذى يحتوى على جزء معلوم من P^{32} ذى النشاط الإشعاعى. ويحول إلى فوسفات مثل سوبر فوسفات الكالسيوم ليكون مناسباً لأن يستعمل كسماد.

وبعد ذلك تضاف كمية معلومة من هذا الفوسـفور ذى النشـاط الإشـعاعى للأراضى الزراعية التى تزرع فيها النباتات، ويحصد عدد من هذه النباتـات فى فترات زمنية محددة، ويتم تقدير الفوسفور الكلى المـأخوذ مـن التربـة والسماد معاً وذلك بالتحليل الكيماوى لرماد هذه النباتات. وقد ثبت علميـاً أن النبات لا يستطيع التمييز بين ذرات الفوسفور العـادى الموجـود بالتربـة والفوسفور ذى النشاط الإشعاعى الموجود فى السماد. فإنه بمقارنة النشـاط الإشعاعى فى رماد النبات بالنشاط الإشعاعى للسماد يمكن مباشـرة معرفـة كمية الفوسفور التى أخذها النبات من السماد، ومن ثم يمكن تقدير الكميـات التى اخذت من كل من التربة والسماد على حده.

هذا ولم تتوقف الدراسات عند هذا الحد بل تتابعـت علـى الصـور المختلفة للفوسفور بالأراضى الزراعية، حيث أوضح بلبع (١٩٨٠) أنه ليس من السهل وضع تعاريف محددة لبعض صور الفوسفور المتواجدة فى التربة وذلك بإستخدام طرق الاستخلاص الكيماوية التقليدية. هذا وقد أكد علـى أن العالم لارسن Larsen عرف الفوسفور الأرضى (اللابايل) بأنه الجزء مـن الفوسفور الأرضى الذى يمكن أن يتحول إلى المحلول الأرضى نتيجة التبادل مع الفوسفور النظير P^{32} فى فترة زمنية محدودة. وقـد أوضـحت بعـض الدراسات أنه عند إضافة النظير المشع إلى النظام الأرضى يحدث أن تساهم صور كثيرة من الفوسفور الأرضى فى تخفيف هذا النظير، كما يحدث أيضاً إعادة تبلور لبعض مركبات الفوسفور الأرضى وبالتـالى فـإن الفوسـفور اللابايل ليس هو الفوسفور السطحى. وارتباط الفوسفور اللابايـل بمسـاحة سطوح حبيبات التربة لا يثبت أن هذا الفوسفور هو الفوسفور المحمول على سطوح الحبيبات.

ويتم تقدير هذا الفوسفور عن طريق مزج مقدار صغير من مركب فوسفورى مشابه للفوسفور الأرضى وذلك بعد ترقيم هذا المركب بالفوسفور المشع P^{32}. ويؤدى ذلك إلى تخفيف الفوسفور المرقم المضاف ولـذا يمكن حساب مقدار الفوسفور الأصلى بالتربة والذى ساهم فى عملية التخفيف من المعادلة التالية:

$$Y = \left(\frac{C_o}{C} - 1 \right) X$$

حيث أن :

Y= الفوسفور الأرضى الأصلى الذى ساهم فى التخفيف.

C_o= الإشعاع النوعى للفوسفور المضاف.

C = الإشعاع النوعى للفوسفور المضاف عند الاتزان.

X = مقدار الفوسفور المضاف.

وبنفس الطريقة قام العالم رسل وزملاءه *Russel et al.* بتقدير قيمة (E) ولكنه يرى أن الفوسفور المقدر هو الفوسفور السطحى. ومن رأيه أن حالة الاتزان الكامل بين النظير المشع والفوسفور الأرضى لا تتحقق. ولكن أثر التخفيف ينخفض انخفاضاً شديداً بعد فترة زمنية ولـذا فإنهم يقرنون التعبير عن (E) بالوقت الذى ترك النظام فيه للوصول إلى حالة الاتزان فيكون (E_t) هذا وقد إستخدم رسل وزملاءه النظير المشع للفوسفور P^{32} دون سماد فوسفورى حامل له وفى هذه الحالة يحدث التفاعل الإحلالى النظيرى الآتى عند الاتزان:

P^{31} على السطح + P^{32} بالمحلول ⇌ P^{32} على السطح + P^{31} بالمحلول

وثابت الاتزان فى هذه الحالة = ١ وينتج عن ذلك أن:

$$\frac{P^{32}\ \text{على السطح}}{P^{31}\ \text{على السطح}} = \frac{P^{32}\ \text{بالمحلول}}{P^{31}\ \text{بالمحلول}}$$

وبالتالى فأن P^{31} على السطح أى الفوسفور الأرضى الأصلى المحمول على سطح الطين يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$P^{31}\ \text{على السطح} = \frac{P^{32}\ \text{على السطح} \times P^{31}\ \text{بالمحلول}}{P^{32}\ \text{بالمحلول}}$$

كما أكد بلبع (١٩٨٠) على أن تعبير الفوسفور المتبادل قد يشمل مجموع الفوسفور السطحى مضافاً إليه الفوسفور الموجود فى المحلول الأرضى.

ثانياً: دراسة انتقال الفوسفور بالأرض بواسطة الانتشار:

تقدمت دراسات حركة الفوسفور فى الأراضى بواسطة الانتشار وذلك بعد إستخدام الفوسفور[٣٢] المشع، لأنه بمتابعة وتقدير الإشعاع مكنت الباحثين من تقدير الكميات الصغيرة من الفوسفور التى تنتشر بالأراضى لمسافات قصيرة.

وعموما يحدث انتقال للفوسفور بالانتشار من نقطة إلى أخرى عندما يوجد فرق فى تركيزه بين النقطتين، ويحدث الانتشار فى محلول التربة، والوقت اللازم لأيون الفوسفات ليقطع مسافة ما خلال النظام الأرضى أطول من الوقت الذى يحتاج إليه ليقطع نفس المسافة فى محلول حر، والمعادلة التالية تقدر انتشار الفوسفور فى الأرض باستخدام الفوسفور [٣٢] المشع.

$$\frac{D_p}{(b+m)} = \frac{\pi}{t}\,(P/P_0)^2\,L^2$$

حيث إن:

D_p = معامل الانتشار سم^2 / ثانية.

b = ميل الخط البياني الذى يعبر عن العلاقة بين مقدار الفوسفور المدمص لكل ١سم٣ من محلول التربة.

m = محتوى الأرض من الرطوبة معبراً عنها سم٣ من الماء لكل ١سم٣ من الأرض.

t = الزمن بالثانية.

P = مقدار الفوسفور ^{32} الذى ينتشر خلال الزمن "t".

P_0= مقدار الفوسفور الكلى فى النظام.

L= طول مسافة الانتشار.

π = ثابت مقداره ٣,١٤.

ومن إستخدام هذه المعادلة أمكن اثبات أن انتشار أيون الفوسفات فى الأراضى الزراعية يكون ضئيلاً جداً.

وبالإضافة إلى استعمال الفوسفور ذى النشاط الإشعاعى فقد أجريت دراسات على الكالسيوم ذى النشاط الإشعاعى للاستفادة بذلك فى تحديد الكمية الكلية الكافية من الكالسيوم لمعادلة الحموضة فى الأراضى الحامضية.

ويجب أن نشير هنا أيضا إلى أن استعمال الحديد ذى النشاط الإشعاعى وذلك بإضافته مع الفوسفور بهدف تحديد سبب الفقر فى المادة الخضراء بالنباتات، كذلك أن امكان الحصول على كميات كبيرة نسبياً من الكربون ذى النشاط الإشعاعى C^{14} بسعر مناسب قد شجع على إجراء العديد

من الدراسات والبحوث الخاصة بدراسة طبيعة عملية التمثيل الضوئى وكيفية حدوثها. وهناك العديد من المصادر الأخرى للنشاط الإشعاعى فى الأراضى ترجع أساساً إلى تأثير المواد المتخلفة من استعمال المواد ذات النشاط الإشعاعى فى الأبحاث الحديثة والتى أجريت على العناصر الصغرى والتى يحتاج إليها النبات بكميات قليلة، فمن بين الصعوبات الرئيسية التى صاحبت دراسة هذه العناصر فى التربة صعوبة تعيين الكميات الضئيلة جداً من هذه العناصر المختلفة. ولقد أدى اكتشاف النظائر المشعة إلى الوصول إلى طريقة لحل هذه المشكلة حيث أمكن تعيين الكميات الصغيرة جداً من هذه العناصر التى تحتاج إليها النباتات بكميات قليلة وذلك بخلط مادة البحث بنظائر مشعة من هذه العناصر.

ومما سبق يتضح لنا أن نشاطاً إشعاعياً كبيراً فى هذه الحالات يظل فى التربة التى أجريت عليها مثل هذه الدراسات قد تصل مدته سنتين أو ثلاث سنوات أو أكثر وذلك حسب النظير المشع الذى تم إستخدامه فى الدراسة وخير مثال على ذلك أن استعمال الكالسيوم ذا النشاط الإشعاعى الذى يمكن إستخدامه فى مثل هذه الدراسات هو كا٤٥ الذى يبلغ نصف عمره ١٨٠ يوماً ولذلك فإننا نجد أن مثل هذا النشاط الإشعاعى الذى يظل فى التربة لمدة ثلاث سنوات أو أكثر وهذا بدوره يؤدى فى كثير من الأحايين أن الباحث قد يخطئ فى التمييز بين النشاط الإشعاعى الناتج عن النظير المشع وبين النشاط الإشعاعى الطبيعى للأراضى الزراعية.

تأثر التربة بالقنابل الذرية والأيدروجينية.

بعد تفجير القنبلة الأيدروجينية فى بكينى (Bikine) قام العديد من العلماء بدراسة تأثير الإشعاعات الذرية الناتجة عن انفجارها على المحاصيل

والأراضى. ولقد تمكن هؤلاء العلماء بعد استخلاص النشاط الإشعاعى الطبيعى الذى يعزى للبوتاسيوم K^{40} من إثبات وجود نشاط إشعاعى كبير فى أجزاء النبات الخشنة، مثل سنابل الشعير والقمح وكذا على الأوراق السفلى للأشجار الكبيرة بينما كانت هناك أثار ضئيلة من النشاط الإشعاعى فى الحشائش النامية فى ظل الأشجار، على أنه لم يكن هناك نشاط إشعاعى فى الجذور. ومن الملاحظات الجديرة بالعناية فى هذا الشأن أن النشاط الإشعاعى كان ضعيفاً فى الأراضى الحسنة الصرف. ولكنه كان قوياً عندما كان الصرف رديئاً، وقد أوضحت نتائج إحدى الدراسات التى تمت فى اليابان مدى تأثير رماد بكينى على امتصاص الأراضى والنباتات للمواد ذات النشاط الإشعاعى. فقد ثبت أن طلاء أورق نباتات القرعيات النامية فى مزارع رملية بمستخلص رماد بكينى يؤدى إلى امتصاص وانتقال النواتج ذات النشاط الإشعاعى فى جميع أجزاء النبات.

وفى هذه الدراسة تم تنفيذ تكنيك أو طريقة نيوباور حيث خلطت عينات من رماد بكينى وزن كل منها ١٠٠ جم بعينات من التربة وزن كل منها ١٠٠ جم أو بعينات من الرمل وزن كل منها ٢٥٠ جم أو بعينات من الرمل محتوية على أملاح عناصر مغذية مختلفة، وبعد ذلك زُرع القمح وبعد ١٥ يوماً أخذ المجوع الخضرى والمجموع الجذرى لنباتات القمح كل على حده . فوجد أن النسب المئوية للمواد ذات النشاط الإشعاعى كانت منخفضة فى المجوع الخضرى للنباتات النامية فى التربة خصوصاً إذا كانت السعة التبادلية للتربة مرتفعة، وذلك عند مقارنتها بالنباتات التى كانت نامية فى الرمل. كما وجد فى جميع الحالات أن التراكم العالى للمواد ذات النشاط الإشعاعى حدث فى المجموع الجذرى، وأن حوالى ١٠% منها فقط انتقلت إلى المجموع الخضرى، ووجد كذلك أن امتصاص المواد ذات النشاط

الإشعاعى يزيد بإضافة املاح الأمونيوم ويقل لدرجة كبيرة بإضافة فوسفات الكالسيوم الأحادية.

وقد أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث أن وجود تركيـزات عالية من محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 يقلل من الكفاءة الإشـعاعية لبعض النظائر المشعة والمتمثلة فى الكبريت المشع S^{35} والفوسفور P^{32} .

وقد قام الشواربى (١٩٦١) بفحص النشاط الإشعاعى فى مختلف أنواع الأراضى المصرية، حيث فحصت عينات من مختلف أنحاء الـدلتا ومصـر العليا والفيوم ومديرية التحرير، وأجريت عملية تقدير النشاط الإشعاعى بهذه العينات بواسطة عداد جيجر وذلك بجامعة فورد هام بنيويورك.

أما من ناحية الدراسات المصرية فقد قام الشواربى (١٩٦١) بفحص النشاط الإشعاعى فى أراضى الواحات الخارجة والداخلة بجمهورية مصـر العربية وكذا فى بعض أراضى السودان وقد أوضحت جميـع نتـائج هـذه الدراسات أن أراضى وادى النيل وكذا أراضى الواحات بصـفة عامـة ذات نشاط إشعاعى منخفض إذا قورنت ببعض مناطق العـالم الأخـرى. فهـى تتراوح ما بين ٣٥,٦٧ – ٣٢,٢٤ C.P.M أى العد فى الدقيقة بالنسبة لأشعة بيتا (B) بينما ثبت أن هذا العدد بالنسبة إلى أراضى ولاية نيويـورك مـثلا يصل إلى ٨٠ ويصل فى أراضى نيوزيلندة إلى ١٥٤ كما أظهرت نتائج هذه الدراسات كذلك إنه لا توجد هناك علاقة بين النشاط الإشعاعى وبين عمـق الطبقات المختلفة للقطاع الطولى للتربة، وأن النشاط الإشعاعى للتربة يزداد بازدياد ما تحتويه من كربونات الكالسيوم.

ومن النتائج التى أمكن الحصول عليها أيضاً من هذا الدراسات هـو أن الطين الغروى له تأثيره الخاص فى رفع قيمة النشاط الإشعاعى للتربـة نسبياً. حيث لوحظ ارتفاع النشاط الإشعاعى كلما زادت كمية الطين الغروى بالتربة. مما يستدل منه على أن المكونات الخشنة للتربة لا تلعب دوراً هاماً في هذا الشأن إذا قورنت بالمكونات الغروية. كما ظهر أيضا أنـه لا توجـد علاقة محددة بين المادة العضوية فى هذه الأرضى وبين نشاطها الإشعاعى. كذلك ثبت أن أراضى الواحات الداخلة والحارجة لم تتأثر بأية إشعاعات ذرية نتيجة الانفجارات الذرية لبعد هذه الواحات الشديد عن مناطق تفجير القنابـل وكذلك الحال بالنسبة لأراضى مديرية التحرير، وقد ثبت أنه ليس هناك فرق كبير بين النشاط الإشعاعى فى أرضى الصحراء وأراضى وادى النيل. وإن كانت أراضى الدلتا تمتاز بارتفاع بسيط فى نشاطها الإشعاعى عن كل مـن أراضى مصر العليا وأراضى الواحات بصفة عامة.

وأما فيما يختص بأراضى السودان فقد أوضح الشـواربى (١٩٦١) أنها بوجه عام ذات نشاط إشعاعى منخفض بالنسبة لبعض منـاطق العـالم الأخرى. كما ظهر أن الأراضى السودانية المعروفة باسم Goz soils والتى تشغل مساحة قدرها ٧٠ ألف ميلاً مربعاً والتى تختلف فى تركيبها الكيميائى والطبيعى عن بقية الأراضى الخاصة بوادى النيل لا تختلف عن بقية أراضى السودان فى نشاطها الإشـعاعى. كمـا وجـد أن الأراضـى الصـحراوية والأراضى الزراعية فى السودان لا تمتاز كثيراً فى نشاطها الإشعاعى وذلك فى المناطق التى أخذت منها عينات الفحص والدراسة.

ثانياً: مجالات علم تغذية النبات:

المعروف والثابت علمياً أن النبات يحتاج إلى ١٦ عنصــراً والتــى تعرف بالعناصر الكبرى والصغرى التى تستعمل فى تغذيته، والتى لا يمكن بواسطة الطرق الكيميائية العادية إجراء تقديرات دقيقة لبعضــها، إذ تحــول بعض الإمكانيات العلمية دون تتبع سيرها بعد امتصاصها فى جسم النبــات، ومن أهم هذه العناصر النيتروجين والفوســفور والبوتاســيوم والكالســيوم والكبريت والحديد والمنجنيز والزنك والمولبدنيوم وغيرها.

وقد أمكن بإستخدام تقنيات النظائر المشعة معرفة مدى قابلية النبــات لامتصاص هذه العناصر، كما أمكن عن طريقها معرفة وتقدير الاحتياجــات السمادية للنباتات والمحاصيل وبالتالى تقدير الكميات التى يلزم إضافتها إلــى الفدان المنزرع بشتى المحاصيل.

ولقد كان من النتائج المباشرة لمثل هذه الدراسات والبحوث العلميــة اكتشاف ما يعرف بأسمدة العناصر الصغرى، والتى أصبحت تستخدم علــى نطاق واسع فى كثير من دول العالم. ومن أهم الموضوعات التى تســتعمل فيها النظائر المشعة الآتى بيانه:

تغذية النبات عن طريق السوق والأوراق:

كان معروف علمياً أن جذور النباتات هى التى تقــوم بمــد الأوراق وباقى أعضاء النبات بالمغذيات وظل هذا سائداً إلى أن أثبتت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أنه عن طريق إستخدام النظائر المشعة أمكــن إثبــات أن كثيراً من العناصر المغذية يمكن أن تصل إلى النبات لا عن طريق الجــذور فحسب وإنما يُمد بها النبات عن طريق الســوق والأوراق، بحيــث يمكــن

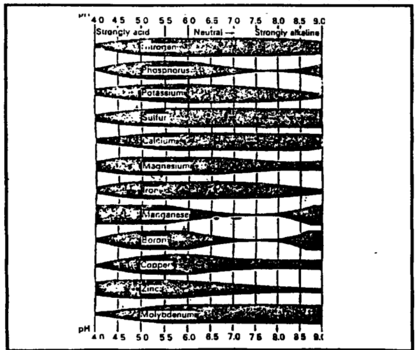
للأوراق العليا فى النبات أن تقوم بنقل العناصر المغذية إلى أجـزاء النبـات السفلى.

ومما هو جدير بالذكر أن أنسجة الفروع أو السيقان أيضا التى تتواجد فى المناطق العليا والوسطى من النبات يمكن أن تنقل العناصر المغذية مـن أجزاء النبات العليا لتهبط من خلالها إلى مختلف أجزائه السفلى. هذا ويرجع الفضل فى تفسير هذه الظاهرة إلى إستخدام النظـائر المشـعة وقـد أمكـن الاستفادة من هذه الظاهرة فى تغذية كثير من المحاصيل الزراعية التى لهـا نمو ورقى غزير، وإمكان دراسة أثر العناصر الصغرى فى تغذية المحاصيل الزراعية تغذية صحيحة. وهذا أثر بدوره على إنتاج كميـات وفيـرة مـن المحاصيل الزراعية.

ولقد كانت النتيجة المباشرة التى أدت إليهـا البحـوث والدراسـات العلمية الخاصة بإستخدام النظائر المشعة فى تغذية النبات. والتى أدت إلـى إمكان تغذية النبات عن طريق السوق والأوراق هى إمكان التسميد لا عـن طريق إضافة الأسمدة إلى الأراضى الزراعية بالطرق التقليدية والتى كانـت شائعة فى الماضى القريب، بل إمكان إضافة هذه الأسمدة على صورة محلول أو محاليل ترش بها السوق والأوراق ولذلك أصبح فى الامكان تفادى وتجنب الكثير من المشاكل والمضاعفات المعقدة التى تتعرض لها بعـض الأسـمدة الكيميائية عند إضافتها إلى الأراضى الزراعية. ولعل من أوضح الأمثلة على ذلك ما تتعرض له مختلف المركبات الفوسفاتية وكذلك مركبـات العناصـر الصغرى عند إضافتها إلى الأراضى الزراعية وخاصة فى الأراضى الجيرية التى تحتوى على أكثر من ١٠% من مادة كربونـات الكالسـيوم. كمـا أن الباحثين فى مجال تغذية النبات يواجهون مشكلة كبرى فى هذا الشـأن إلـى

جانب مشكلة المركبات الفوسفاتية ألا وهـــى مشـــكلة امتصـــاص مختلـــف المحاصيل الزراعية لكميات ضئيلة من عناصر الحديد والبورون والمنجنيز والزنك والنحاس. إذ أن هناك مدى خاص من رقم الحموضة pH تصبح فيه هذه العناصر رغم وجودها فى الأراضى بحالة غير ميسرة لتغذية النبـــات. والشكل رقم (١٤) يوضح مدى تيسر العناصر المغذية تبعاً لرقم الحموضة. وقد أثبتت العديد من الدراسات والبحوث الحديثـــة أن محصـــولى القصـــب والموز تعتبر من أكثر المحاصيل التى لها إستجابة عالية لهذا النـــوع مـــن التسميد ألا وهو التسميد بالرش. ومما تجدر الإشارة إليه فى هذا المجـــال أن استعمال النظائر المشعة فى تغذية النبات قد أثبت حقيقة علمية مؤكدة وهـــى أن بعض أنواع المحاصيل يمكنها أن تحصل على ٨٥% من غـــذائها عـــن طريق السوق والأوراق بينما لا تحصل من جذورها إلا على حـــوالى ١٠ - ١٥% من الغذاء اللازم لها.

شكل (١٤): مدى تيسر العناصر المغذية تبعاً لرقم الحموضة.



المصدر : (الشبينى، ٢٠٠٤).

أهم النتائج التى أمكن الحصول عليها نتيجة استعمال النظائر المشعة فـى مجالات تغذية النبات وذلك طبقاً لما أوضحه الشواربى (١٩٦١):

١- أمكن بسهولة معرفة وتحديد نوع السماد الملائم والواجب إضافته لأرض معينة بالنسبة لمحصول معين.

٢- تحديد الوقت بالضبط الذى تشتد فيه حاجة النبات إلى عنصر معين.

٣- معرفة قدرة النبات على التأقلم تحت ظروف الجو والتربة الخاصة.

٤- معرفة مدى استفادة المحاصيل التالية بما أضيف إلـى الأرضـى مـن محاصيل الأسمدة الخضراء.

تقنيات استعمال النظائر المشعة فى الوصول إلى نتائج البحوث والدراسـات الخاصة بتغذية النبات:

تستعمل النظائر المشعة فى تغذية النبات على صورة مواد كيماويـة نقية تحتوى على العنصر المشع، وهذه تضاف مع بعض المركبات السمادية المعروفة التى تحتوى على نفس العنصر، وهذه يمكن الحصول عليهـا فـى صورة محاليل تستورد من الخارج. هذا وقد أمكن إنتاج بعض هذه المـواد ذات النشاط الإشعاعى وذلك بإستخدام المعجل الذرى الذى تم تركيبـة فـى أنشاص.

ويشهد القرن الحالى أنه فى بعض البلاد المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا وألمانيا أمكن صناعة بعض الأسمدة الكيماوية الخاصـة بإجراء تجارب النظائر المشعة فى المصانع، فيطلب مثلا من مصنع معـين صنع سماد سوبر فوسفات محتو كل فوسفوره على الفوسفور المشع (P^{32}).

مزايا استعمال النظائر المشعة:

يعلم جميع من يعملون فى مختبرات ومعامل التحليلات الكيماوية أنه لا يمكن إجراء التحليلات الكيماوية على النبات النامى، ومهما بلغت سرعة التحليلات الكيماوية فإنه لا يمكن أن تتم فى أقل من ساعات إن لم تكن فى أيام. وعلى هذا ستتعرض جميع المركبات الكيماوية والحيوية فى النبات إلى بعض التغيرات، مهما كانت طفيفة بمجرد موت النبات، وعلى ذلك فإن كثيراً من النتائج التى يمكن الحصول عليها نتيجة هذه التحليلات الكيماوية قد لا تكون بالدقة المرغوب فيها. أما فى حالة استعمال النظائر المشعة فإنه يمكن معرفة أثر السماد والنبات تام ونامى وفى حالته الطبيعية، فمن ذلك مثلا أنه يمكن خلط أو وضع السماد المشع على أبعاد مختلفة من جذور النبات، ثم نقدر الاستجابة التى يبديها المحصول نحو السماد من معرفة عدد الإشعاعات المنطلقة من أجزاء النبات العليا كالأوراق مثلا فيمكن تحديد أنسب مسافة يوضع عليها السماد فى الأراضى الزراعية، فكلما كانت الإشعاعات أكبر فى الأوراق العليا من النبات كلما كان هذا المكان أنسب، ونفس هذه الطريقة يمكن تطبيقها على موعد وضع السماد بالنسبة للمحصول. كما يمكن كذلك وبنفس الطريقة تحديد أفضل المركبات الكيماوية الخاصة بهذا العنصر السمادى المشع الذى تفضل إضافتها لأرض معينة بمحصول معين.

كما أوضح الشواربى (١٩٦١) أنه وبنفس هذه الطريقة أيضا يمكن معرفة مدى استفادة بعض المحاصيل بالأسمدة الخضراء التى تسبقها. ففى هذه الحالة مثلا يسمد المحصول الأخضر بفوسفور مشع مثلا ثم يحرث فى الأرض بعد نموه، وعند زراعة المحصول التالى يمكن أن نحدد الوقت الذى بدأت فيه الاستفادة من الفوسفور المشع، وذلك بقياس مقدار الإشعاعات الناتجة أو بالتالى كمية P^{32} المشع الذى أخذه المحصول الجديد عند تحلل

المحصول السابق الذى حرث فى الأرض، وبدء استفادته بالفوسفور المشع الذى تحول من صورة عضوية إلى صورة معدنية. إذ يمكن بسهولة تحديد الوقت الذى بدأت تظهر فيه الإشعاعات، وكذلك تحديد الوقت الذى يبلغ فيه مقدار العد فى الدقيقة أقصاه، وعلى ذلك يمكن تحديد الوقت المناسب لزراعة المحصول التالى حتى يمكن الحصول على أكبر فائدة ممكنة من الأسمدة الخضراء.

التطبيقات العملية لإستخدام النظائر المشعة فى تغذية النبات:

١- تتبع ميكانيكية امتصاص العناصر المغذية:

أوضحت نتائج الدراسات الحديثة أن يمكن وباستعمال الكالسيوم المشع Ca^{45} تتبع ميكانيكية امتصاص النباتات للكالسيوم. فقد أوضحت النتائج أن درجة الاستفادة من كبريتات الكالسيوم كمصدر للكالسيوم اللازم للنبات فى الأراضى الحامضية أقل مما فى حالة أكسيد الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم.

٢- تتبع تثبيت النيتروجين الجوى فى بعض النباتات.

لقد أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث الحديثة وبإستخدام النيتروجين المشع N^{15} أنه يمكن لبعض النباتات أن تثبت النيتروجين الجوى عن طريق آخر غير العقد الجذرية.

وقد أكدت نتائج بعض البحوث أنه فى بعض الحالات يمكن امتصاص نيتروجين الجو وذلك بواسطة الأجزاء الخضرية لبعض الحشائش. هذا وقد وجد أن هذه النباتات تمتص كمية أكبر من النيتروجين عن طريق أجزائها الخضرية خاصة عندما يفتقر الوسط الذى ينمو فيه النبات إلى عنصر النيتروجين. وهى ظاهرة تستحق الدراسة من الناحية الوراثية حيث

أنها تفتح مجالاً واسعاً للدراسات التطبيقية، خاصة عند ارتفاع أسعار الأسمدة الكيماوية الراجع إلى ارتفاع تصنيعها والتى تعتمد على الطاقة الحرارية. هذا بالإضافة إلى الحد من تلوث الأراضى والمياه بمتبقيات الأسمدة الكيماوية وخاصة الأسمدة النيتروجينية. وقد أكدت نتائج إستخدام النظير الثابت (N^{15}) التثبيت الحيوى للنيتروجين حيث أوضح كل من El-Kholi and Galal (1998) أن تقنيات النظير الثابت للنيتروجين شأنها فى ذلك شأن الطرق الأخرى – لها مميزات ومعوقات خاصة بها، وبالرغم من ذلك تعتبر هذه التقنية من أفضل التقنيات التى تعطى قياسات أكثر دقة لكميات النيتروجين المثبتة حيوياً.

كما أوضح كل من El-Kholi and Galal (1998) أن إستخدام مفهوم التخفيف النظائرى (N^{15}) مقارنة بطريقة الفرق فى المحتوى الكلى من النيتروجين فى قياس كمية النيتروجين المثبت بواسطة كل من البقوليات والنجيليات. وقد لوحظ أن هناك تناقصاً واضحاً بين هاتين الطريقتين حيث كانت الاختلافات فى كمية النيتروجين المثبت والمقدرة بكلا الطريقتين ملفتة للنظر. وقد أوضحت النتائج التى تم التحصل عليها على الآتى:

١- فى حالة نبات فول الصويا كانت كمية النيتروجين المأخوذة من الهواء الجوى والمقدرة بطريقة التخفيف النظائرى أعلى كثيراً عنها فى حالة إستخدام طريقة الفرق فى المحتوى النيتروجينى.
٢- نفس الاتجاه لوحظ مع نباتات الأرز بينما لم يكن هناك اتجاه واضح وقاطع فى حالة نبات القمح ويرجح أن يكون التناقص بين الطريقتين راجع إلى افتقار طريقة الفرق فى المحتوى النيتروجينى للقدرة على التمييز بين المصادر المختلفة للنيتروجين الممتص بواسطة النبات.

هذا وقد أكدا El-Kholi and Galal (1998) على أن صلاحية أى من الطريقتين تعتمد على العديد من العوامل مثل الصنف النباتى واللقاحات ونبات المقارنة ونوع التربة وهذه العوامل يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند اختيار الطريقة الجديرة بالثقة لقياس كمية النيتروجين الحيوى المثبت من الهواء الجوى.

٣- أثر الفوسفور فى مقاومة النبات للصقيع:

أوضحت نتائج بعض الدراسات الحديثة أنه وبإستخدام الفوسفور المشع P^{32} فى تغذية عدد مختلف من النباتات التى تنمو فى المناطق التى يشتد فيها البرد مثل نباتات الشعير والعدس والبسلة وبعض المحاصيل الشتوية الأخرى، أمكن اكتشاف أن النباتات التى تنمو فى المناطق التى يشتد فيها البرد لها طاقة امتصاصية للفوسفور أشد أو أكبر من الطاقة الامتصاصية للفوسفور الخاصة بالمحاصيل التى تنمو فى المناطق الأكثر دفئاً. ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى حالة بعض المحاصيل فى مصر وذلك بعدم إضافة كل كمية الفوسفات اللازمة للمحصول قبل الزراعة، وإنما يضاف جزء منها عند بدء النمو، ويحتفظ بالجزء الآخر ليضاف أثناء فترات الصقيع. ولكن هذا يتوقف على نوعية التربة ونسبة كربونات الكالسيوم بها كما يتوقف أيضاً على نمط توزيع المجموع الجذرى.

فكثير من الزراع يطبقوا هذه النتيجة خاصة فى الحقول المزروعة بالبرسيم، فعند حلول موجات الصقيع يقوموا بإضافة جرعة من سماد السوبر فوسفات وبالتالى يقل ضرر الصقيع على تلك النباتات.

٤- دراسة العلاقة بين التركيب الكيميائى لكل من النبات والمحلول الأرضى:

أوضحت نتائج بعض الدراسات والبحوث الحديثة أنه أمكن عن طريق إستخدام الأسترانشيوم المشع وكذا الكالسيوم المشع Ca^{45} إثبات أنه فى حالة إنماء بعض النباتات على ثمانية عينات مختلفة من الأراضى أن نسبة الأسترانشيوم : الكالسيوم فى النبات كانت تشبه إلى حد كبير نسبة الأسترانشيوم : الكالسيوم فى المحلول الأرضى وقد بلغت هذه النسبة فى معظم هذه الحالات ١٠٣%.

٥- دراسة تأثير محسنات التربة ومثبطات النترته على فقد النيتروجين:

تتسم الأراضى الرملية حديثة الاستزراع بفقر خواصها الطبيعية والكيماوية مما يستوجب ليس فقط إضافة العناصر المغذية إليها بل يجب أيضاً العمل على حفظ هذه العناصر من الفقد ولذا قام Abdel Monem (1995) بدراسة أثر مادة البولى اكراميد PAM كمحسن للتربة وكذلك مادة داى سيانيد داى أميد DCD كمادة مثبطة لعملية النترته على فقد النيتروجين من الأسمدة المضافة وكذلك امتصاص النيتروجين بواسطة نبات القمح. تم إضافة سماد اليوريا المرقم أو المعلم بالنيتروجين^{15} (٢%) بمعدل ١٠٠ كجم نيتروجين / للفدان بدون أو إضافة PAM مع أو DCD . ثم تم تقدير وزن المادة الجافة للنبات بعد حصاده وكذلك كمية النيتروجين الممتص وأيضاً تم حساب كمية النيتروجين المفقود. وفى تجربة أخرى إستخدم فيها نباتات الذرة الشامية بنفس المعاملات السابقة الذكر وبعد ٦٠ يوماً من الزراعة حصدت النباتات وتم تحليل النباتات من حيث كمية النيتروجين الممتص وكذلك حساب النيتروجين المفقود. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن لمادة PAM وكذلك DCD أثر معنوى على زيادة محصول القش والحبوب لنبات القمح.

٢- أدت إضافة المادتين السابقتين مع اليوريا إلى زيادة امتصاص نبات القمح للنيتروجين من ٢٧,٨% إلى ٦١,١%.

٣- انخفضت قيمة الفاقد من النيتروجين من ٦٣,٤% إلى ٢٣,٤% وذلك فى التجربة الخاصة بنباتات القمح.

٤- بالنسبة لنبات الذرة فلقد أدى إضافة مادة DCD إلى سماد اليوريا إلى زيادة معنوية فى محصول المادة الجافة وأيضاً إلى تقليل الفاقد من النيتروجين من ٥٢,٤% إلى ٢٤,٩%.

٥- ومن هذه النتائج يتضح أنه يمكن أن يكون لمحسن التربة PAM ومثبط النترتة DCD أثر فعال إيجابى على إنتاج المحاصيل خاصة فى الأراضى الرملية.

ثالثاً: الإشعاعات الذرية وفيزياء الطور السائل بالأراضى:

يعتبر الماء هو السائل الوحيد الذى يقوم بعدة وظائف هامة بالنسبة للأراضى الزراعية، فهو أساسى فى عمليات التجوية Weatheringوفى تحلل المادة العضوية وفى التفاعلات التى تذيب العناصر المغذية اللازمة لنمو النبات. وعلى هذا يجب العمل على حفظ كمية الماء بالتربة فى صورة معتدلة حيث أن الزيادة الكبيرة منه قد تؤدى إلى فقد العديد من العناصر المغذية بعمليات الغسيل بجانب التأثير السيئ على تهوية التربة فيقل إمداد الجذور بالأكسجين. كما تؤدى القلة الشديدة من الماء بالتربة الزراعية إلى ذبول النباتات وقلة النشاط الحيوى بالتربة. وتعد كمية الماء المتغيرة والموجودة بوحدة الكتلة أو بوحدة الحجم من الأرض وكذلك طاقة هذا الماء بالأرض من أهم العوامل المؤثرة على نمو النباتات. وكمية الماء بالتربة

يمكن التعبير عنها بالمحتوى الرطوبى Moisture content أمـا الطاقـة المصاحبة للماء فيمكن التعبير عنها بواسطة جهد الماء Water potential. ويحتاج الباحثون الذين يعملون فى مجال فيزياء الأراضى وكذا فى مجالات المقننات المائية معرفة المحتوى الرطوبى وأيضا الجهد حتى يمكن لهم فهـم وضع وسلوك الماء بالأراضى الزراعية وبناءاً على ذلك يمكن تقييم تـأثير الماء على نمو النبات وحساب كميات مياه الرى أو المطر التـى يحتاجهـا المحصول وكذلك حساب عمق التسرب لكمية معلومة من الماء.

كذلك أنه عن طريق القياس المستمر للمحتوى الرطوبى لقطاع التربة يمكن حساب البخر نتح Evapotranspiration. وهنـاك طـرق عديـدة لتقدير المحتوى الرطوبى بالأراضى الزراعية ومنها على سـبيل الحصـر: الطريقة الوزنية، طريقة المقاومـة الكهربائيـة وأخيـراً طريقـة التشـتت النيوترونى Neutron scattering method والأخيرة هى التى تهمنا فى مجال إستخدام الإشعاعات الذرية فى مجال فيزياء الطور السائل بالتربة.

وقد أوضح نسيم (٢٠٠١) أن هذه الطريقة تعتبر من أحدث الطـرق لتقدير المحتوى الرطوبى بالتربة وهى طريقة غير مباشـرة تعتمـد علـى نيوترونات سريعة Fast neutrons تنبعث من مصدر مشع عادة ما يكون راديوم أو بريلليوم أو كوبالت. والمعروف علمياً أن ذرات الهيدروجين التى يحتويها جزئ الماء لها تأثير مؤكد فى الاقلال من سرعة النيوترونات سريعة الحركة وفى تشتيتها.

وبسبب التشتت والتغير فى اتجاه هذه النيوترونات يعود بعضها إلـى نقطة قريبة من المصدر الأصلى كنيوترونات بطيئة الحركة. ويتوقف عـدد هذه النيوترونات البطيئة على كمية ذرات الهيدروجين وبالتالى علـى كميـة

جزيئات الماء الموجودة فى التربة. حيث أنه وعندما تصطدم هذه النيوترونات بذرة الهيدروجين الموجودة فى الماء فأن اتجاه حركتها يتغير وتفقد جزءاً من طاقتها وبذلك تصبح بطيئة.

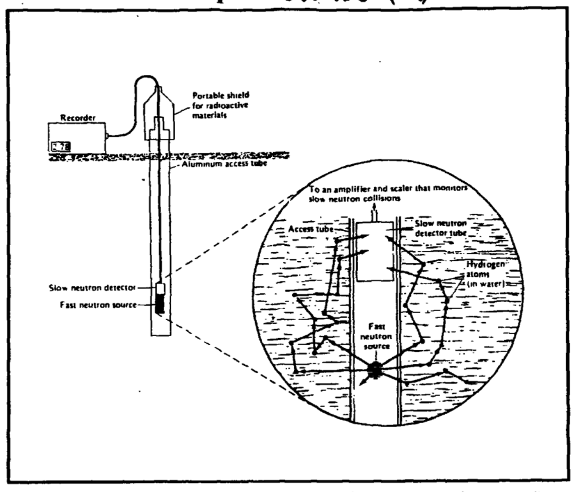
وهذه النيوترونات المبطئة يمكن قياسها بإستخدام غلالة رقيقة من معدن الراديوم أو الفضة التى تصبح مشعة عندما تصطدم بها النيوترونات. وكلما زاد المحتوى المائى فى التربة زاد عدد النيوترونات المبطئة التى تصطدم بالصفيحة المعدنية والتى تعرف بالمستقبل detector.

وعندما تزداد كمية الأشعة الناتجة على الغلالة أو الصفيحة المعدنية والتى يمكن قياسها بسهولة حيث تنتقل الإشعاعات إلى عداد خاص مرفق بالجاهز. ومن كمية الإشعاعات التى تزداد بزيادة الرطوبة فى التربة يمكن من جداول خاصة معرفة النسبة المئوية للرطوبة الأرضية. ويطلق على هذا الجهاز اسم Neutron probe وهو يتكون من جزئين رئيسين هما:

١- **المجس Probe:** ويمكن انزال هذا الجزء رأسيا داخل أنبوبة من الألومنيوم للعمق المطلوب القياس عنده. وعلى المجس يوجد مصدر للنيوترونات السريعة Fast neutron source وجزء حساس للنيوترونات البطيئة detector.

٢- **عداد أو مقياس للمعدل:** وهذا العداد يعمل بالبطارية لقياس معدل النيوترونات البطيئة والمشتتة بواسطة جزيئات الماء بالتربة. والشكل رقم (١٥) يوضح تركيب جهاز Neutron probe.

شكل (١٥): تركيب جهاز Neutron probe .



المصدر : (نسيم ، ٢٠٠١).

وقد إستخدم كل من Sallam and El-Gendi (1998) جهاز تقدير الرطوبة بالنيوترونات فى حساب التوصيل الهيدروليكى المشبع من بيانات مقدرة فى الظروف غير المُشبعة. حيث إستخدمت خمس طرق حسابية فى هذه الدراسة كطرق غير مباشرة لحساب التوصيل الهيدروليكى عند التشبع بإستخدام العلاقة بين قيم الرطوبة مع الزمن المقدرة فى الظروف غير المشبعة. وهذه الطرق هى : θ , lax- θ , CGA , lax-w , flux . هذا وإستخدمت طريقة بورزما لتقدير التوصيل الهيدروليكى عند التشبع حقلياً فى تجربة أجريت فى أرض رملية فى أنشاص والتى تم مقارنتها مع قيم

التوصيل الهيدروليكى عند التشبع المقدرة بواسطة الطرق الحسابية. بالإضافة إلى ذلك تم إستخدم جهاز النيوترونات لتتبع المحتوى الرطوبى فى الظروف غير المشبعة عند عمقى التربة ٣٠ ، ٤٥ سم للاستفادة من مميزاته فى تقدير الرطوبة تحت الظروف غير المشبعة. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- تحت ظروف الأراضى الرملية فى أنشاص وجد أن lax-θ هى الطريقة التى يوصى بها لحساب التوصيل الهيدروليكى عند التشبع فى كلا العمقين ٣٠ ، ٤٥ سم والحصول على قيمة متقاربة جداً مع المقدرة بطريقة بورزما فى الحقل.

٢- أوضحت الدراسة أن طرق CGA, lax-w عند العمق ٣٠سم و flux لا يوصى بإستخدامها لحساب التوصيل الهيدروليكى عند التشبع من قياسات الرطوبة مع الزمن المقدرة فى الظروف غير المشبعة.

٣- كما أوضحت الدراسة أنه فى أى بحث أو تجربة إذا كانت قيم الرطوبة مع الزمن المقاسه فى الظروف غير المشبعة هى أحد البيانات التى تشملها النتائج المتحصل عليها فأنه من السهل حساب قيم التوصيل الهيدروليكى المشبع منها للأرض المدروسة بدقة تقارب تماماً تلك المقدرة فى الحقل.

كما إستخدم كل من Sallam and El-Gendi (1998) الطرق النووية فى تتبع عمق الجذر النشط بإستخدام اتجاه حركة الماء الأرضى. حيث كان الهدف من هذه الدراسة هو إستخدام الطرق النووية فى تقدير نظام التوزيع الرطوبى خلال القطاع الأرضى بقصد تتبع العمق الجذرى النشط للنبات خلال موسم النمو. وهذه الطرق اعتمدت أساساً على تتبع اتجاه حركة الماء الأرضى بتقدير تدرج الجهد الهيدروليكى.

وقد أوضح كل من Sallam and El-Gendi (1998) أن هذه التقنية ساعدت على التحكم فى كميات مياه الرى المضافة فى مراحل النمو المختلفة بغرض توفير المياه وتقليل المياه المتحركة لأسفل تحت العمق الجذرى النشط. وفى نفس الوقت ساعدت على تقليل التأثير الضار لزيادة المياه فى عمق الجذور على إنتاج النبات. وقد إستخدمت هذه الطريقة كطريقة غير مباشرة لتقدير عمق الجذر النشط ARD لنبات الحمص (جيزة١) النامى فى أرض جيرية (رملية طينية طميية). كما يمكن الاعتماد عليها كطريقة لتقدير العمق الجذرى النشط لأى نبات.

وقد دلت النتائج على الآتى:

١- أن عمق الماء المدمص بواسطة جذور النبات والعمق الجذرى النشط (ARD) يمكن تقديره فى القياسات الحقلية عندما يصبح التدرج فى الجهد مساويا للصفر ($dH/dZ= 0$).

٢- تم إستخدمت ثلاث معادلات لحساب العلاقة بين العمق الجذرى النشط ARD وعمر النبات النامى ، وكانت بالنسبة للمعاملة المثلى كما يلى.

$$ARD = 14.597 + 0.400 \times Time\ (days) \qquad (r = 0.92^{**})$$

٣- كذلك أمكن حساب العلاقة بين العمق الجذرى النشط ARD وكميات الرطوبة المستنزفة SWD وكانت المعادلة المثلى كما يلى:

$$ARD = -8.387 + 0.634 \times Time\ (days) \qquad (r = 0.88^{**})$$

٤- أوضحت النتائج أيضا أن العمق الجذرى النشط وصل إلى أقصاه عند عمق ٧٥ سم. وعموما وجد أن زيادة الإجهاد الرطوبى يؤدى إلى الزيادة فى العمق الجذرى النشط.

رابعاً: الإشعاعات الذرية ودراسات استصلاح الأراضى الملحية:

إستخدمت النظائر المشعة فى محاولة لفهم حركة الأملاح فى قطاع الأراضى حيث قام Balba and Bassiouny (1977) بعمل دراسات على تحرك الأملاح فى الأراضى تحت عمليات الغسيل وذلك باستعمال النظائر المشعة وكذلك حساب الصوديوم الذائب عند أعماق مختلفة بعد غسيل أعمدة رملية وذلك بإستخدام طريقة الاقتفاء الإشعاعى.

وقد تمت هذه الدراسة بتعبئة أعمدة زجاجية بالرمل المغسول المخلوط بمقدار معين من كلورور الصوديوم المعلم بالصوديوم المشع ^{22}Na إلى ارتفاع ٦٨ سم ثم أضيف مقادير متتالية من الماء، ومن تقدير الإشعاع على طول العمود الرملى ونسبتها للأصل أمكن تقدير كلورور الصوديوم الموجود عند كل ١ سم من العمود، وبالتالى متابعة حركة الملح بالعمود وأزاحته إلى الخارج.

وقد درست معادلة جاردنر وبروكس (١٩٥٧) واتخذت ثابت قيمة نسبة الاتزان بين تركيز الملح غير المتحرك فى العمود إلى الملح المتحرك وهى ما يطلق عليها قيمة B بالمعادلة دليلاً على امكان تطبيق هذه المعادلة. وقد أتضح بعد إجراء الحساب اللازم ثبات القيمة B للعمود الرملى بصرف النظر عن مقدار الماء المضاف. ومن تطبيق هذه المعادلة أتضح أنه يمكن خفض الأملاح إلى النصف عند عمق معين بإضافة مقدار من الماء يساوى ١ + B مضروباً فى الماء المحتجز فى الفراغات البينية فى تربة العمود حتى هذا العمق أى أنه عن طريق حساب القيمة B يمكن حساب كمية الماء المطلوبة لغسيل الأملاح إلى عمق معين وإلى نسبة معينة من الأملاح الموجودة أصلاً بالتربة.

ولم تتوقف الدراسات الخاصة بحركة الأملاح فى الأراضى عند هذا الحد بل تتابعت حيث قام Bassiouny *et al.* (1978) بدراسة الاحتياجات الغسيلية وإعادة توزيع الأملاح فى الأراضى الرملية الملحية وذلك بإستخدام الصوديوم المشع ^{22}Na حيث ملئت أعمدة زجاجية بثلاثة أقطار مختلفة من الرمل السليكاتى المملح بكلوريد الصوديوم المعلم بالصوديوم المشع وموزعاً توزيعاً متجانساً بالأعمدة. وبإضافة كميات متتالية من الماء أمكن تتبع ودراسة عمق التغيير فى تجانس توزيع الأملاح وعلاقة هذا التوزيع بالأقطار المختلفة المستعملة فى الدراسة.

وأتضح أن الاتجاه العام كان بظهور ثلاث مراحل وأكثر بالنسبة لتجمع الأملاح وتحركها داخل الأعمدة. وقد نوقشت هذه المراحل من ناحية علاقتها بأقطار الحبيبات المستعملة فى التجربة وتركيز الملح الموجود أصلا على رمل التجربة وعمق تجمع وغسيل الأملاح والإضافات المختلفة من الماء.

وباستعمال معادلة جاردنر وبروكس (١٩٥٧) أيضاً قدرت الملوحة وحسبت الاحتياجات الغسيلية اللازمة لخفض ملوحة الأعماق المختلفة وقد أمكن تحقيق ذلك وبالتالى أمكن تحديد كفاءة عمليات الغسيل. ومن وجهة النظر العملية يمكن إستخدام النتائج المتحصل عليها كدليل لتقدير الاحتياجات الغسيلية اللازمة للأراضى الملحية إذا كانت هذه الأراضى تحت ظروف مشابهة لتلك التى تمت عليها الدراسة.

وفى تجربة أخرى قام بها Bassiouny *et al.* (1978) لدراسة مدى تأثير قوام الأرض والمحتوى الملحى للماء المستخدم على تحرك الأملاح عند غسيلها. حيث ملحت أعمدة رملية مختلفة فى أحجام حبيباتها

وذات أقطار (أ) ٠,٤ – ٠,٢ مم ، (ب) ٠,٢ – ٠,٠٨ مـــم ، (ج) ٠,٠٨ – ٠,٠٤ مم بكلوريد الصوديوم المرقم بالصـــوديوم المشـــع ^{22}Na وغســـلت بكميات متزايدة من الماء المحتوى على ٥ ، ١٠ ، ٢٠% كلوريد الصوديوم ، وقد حسب تركيز الصوديوم الموزع على طول العمود وذلك عن طريـــق تقدير الإشعاع كل ١ سم على طول العمود وذلك قبل الغسيل وبعده. وقد قدر أيضا حجم وتركيز الأملاح فى الراشح بعد كل إضافة، وقد أمكن عن طريق هذه التقديرات حساب الميزان الملحى لكل عمود. وجهزت أيضا أعمدة مـــن طمى النيل وملحت وغسلت بالماء.

وقد أوضحت هذه الدراسة أن كفاءة الماء فى عملية غسيل الأمـــلاح من الأرض تقل بزيادة تركيز الأملاح فيه. وهـــذا الاتجـــاه يكـــون حقيقـــة خصوصاً عندما تكون كمية المياه محدودة.

استعملت معادلات جاردنر وبروكس في حساب النتـــائج والقيمـــة B المتحصل عليها فكانت ٠,٤٥٥ ، ٠,٤٩٨ ، ٠,٥١٨ و ٠,٨٣٩ لكـــل مـــن الأراضى الرملية الثلاث أ ، ب و جـــ ثم أيضا لطمى النيل علـــى التـــوالى. إستخدمت هذه القيم لاستنتاج العلاقة بين النسبة المئوية للملح المتبقـــى مـــن الاصلى والنسبة بين عمق الماء المضاف إلى عمق التربة. وقـــد أظهـــرت النتائج أنه لغسيل ٨٠% من الملح الموجود بالتربة ولعمق ١ متر يســـتعمل ٥٥ ، ٦٥ ، ٩٧ و ٩٠ سم عمق من الماء لكل من الأراضى أ ، ب ، جـــ ثم لطمى النيل على التوالى، وذلك عند حساب القيمة B من المعادلة.

خامساً:الإشعاعات الذرية وعملية التمثيل الضوئى فى النبات:

تمتص النباتات كل العناصر المعدنية اللازمة لنموها من التربة وذلك فيما عدا الأكسجين الذى تمتصه من الهواء الجوى على صورة غاز أو متحد مع الأيدروجين فى صورة ماء وأيضا الكربون الذى تحصل علية النباتات الأرضية من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى وتحصل عليه النباتات المائية المغمورة من أيونات الكربونات والبيكربونات الذائبة فى المياه التى تنمو فيها.

ولا تحتاج النباتات إلى أكثر من إمدادها بالعناصر المعدنية بالكميات اللازمة لها، وعند توفر الظروف البيئية المناسبة من ضوء وحرارة ورطوبة حتى تنمو طبيعياً وتكمل دورة حياتها، ولذلك تعرف النباتات الخضراء بأنها ذاتية التغذية أى إنها تقوم بنفسها بإعداد المادة العضوية اللازمة لنموها، أما النباتات غير الخضراء والحيوانات فتعرف بأنها غير ذاتية التغذية إذ أنه يلزم لنموها إمدادها بالمواد العضوية المختلفة والتى تحصل عليها من النباتات الخضراء.

ونظراً لأن عملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى مواد عضوية هى عملية تحتاج إلى طاقة فان النباتات الخضراء قد أكسبها الله سبحانه وتعالى صفة انفردت بها على سائر الكائنات الحية وهى قدرتها على استعمال الطاقة الضوئية فى عملية تحويل ثانى أكسيد الكربون إلى مادة عضوية وترجع هذه القدرة فى النباتات الخضراء إلى احتوائها على مجموعة من الصبغات القادرة على امتصاص الضوء والتى أهمها صبغات الكلوروفيل التى تكسب النباتات لونها الأخضر المعروف. ولذلك تسمى هذه العملية بعملية التمثيل الضوئى لأنها تتم على حساب الطاقة الضوئية أو التمثيل الكلوروفيلى، ولأن

الكلوروفيل هو العامل المسئول عن امتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لاتمام العملية.

مما تقدم يتضح أن عملية التمثيل الضوئى يمكن تعريفا بأنها : إنتاج المواد العضوية المحتوية على الكربون بواسطة الخلايا الخضراء فى وجود الضوء من ثانى أكسيد الكربون والماء مع تكوين الأكسيجين كناتج ثانوى للعملية. وتبدأ عملية التمثيل الضوئى بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيماوية تستخدم فى تثبيت ثانى أكسيد الكربون على صورة مواد عضوية كربونية تتميز بأنها غنية فى الطاقة. وهذه الطاقة يمكن للنبات بعد ذلك أن يطلقها من المواد العضوية المحتوية عليها بواسطة عملية التنفس Respiration ويستخدمها فى العمليات الحيوية المختلفة التى تجرى فى خلاياها كما تستخدمها أيضا الكائنات التى تعتمد على النباتات الخضراء فى تغذيتها.

وهناك بعض الكائنات النباتية غير الخضراء مثل البكتريا يمكنها القيام بتكوين المواد العضوية الكربونية من ثانى أكسيد الكربون وأى مصدر أخر للهيدروجين غير الماء على حساب طاقة كيماوية تنفرد من عمليات الأكسدة التى تقوم بها مثل بكتريا النيتروزوموناس التى تقوم بأكسدة الأمونيا إلى نتريت أو بكتريا النيتروباكتر التى تؤكسد النيتريت إلى نترات ثم تستخدم كل منها طاقة الأكسدة الناتجة فى تكوين المواد العضوية الكربونية، ولذلك يطلق على هذه العملية عملية التمثيل الكيماوى، ولا تقتصر عملية التمثيل الضوئى على النباتات الخضراء الراقية بل تقوم بها كل النباتات الخضراء من طحالب وبكتريا وغيرها وفى الواقع أن حوالى ١٠% من المواد العضوية الكربونية

المتكونة من التمثيل الضوئى تقوم بها الطحالب الخضراء. ويمكن تلخيص عملية التخليق الضوئى فى التفاعل الآتى:

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow (CH_2O) + H_2O + O_2$$

وقد ثبت علمياً أن النظائر المشعة كان لها أثر فعال فى فهم عملية التمثيل الضوئى. حيث أمكن بفضل الدراسات والبحوث من إنتاج الكربون المشع C^{14} ويمتاز الكربون المشع بأن النبات لا يفرق بينه وبين الكربون العادى C^{12} فهو يمتص بنفس الكمية وبنفس الكيفية. وعلى هذا الأساس قام العديد من العلماء بإضافة الكربون المشع فى صورة ثانى أكسيد الكربون وعند تعريضه للنبات فإنه يمتصه وينتج عن ذلك أن مختلف المواد الكربوهيدراتية تحتوى فى تركيبها على الكربون المشع بدلاً من الكربون العادى، وبهذه الطريقة أمكن تتبع سير وحركة الكربون فى جسم النبات وتتبع مسيرته من الأوراق إلى السوق والجذور. وبالاختصار أمكن إقتفاء أثر الكربون المشع فى مختلف أجزاء النبات، ودراسة هذه العملية دراسة تفصيلية دقيقة، وتتبع مصير هذه المركبات المعقدة من مبدأ تكوينها فى الأوراق حتى اختزانها فى السوق أو الجذور أو الثمار أو الدرنات. ومن هذه الدراسات أمكن التوصل إلى فهم العوامل التى تؤثر على إنتاجية الحاصلات الزراعية.

سادساً:الإشعاعات الذرية والعمليات الفسيولوجية والحيوية فى الحيوان:

كان للكربون المشع الذى حصل عليه النبات عن طريق ثانى أكسيد الكربون بالغ الأهمية فى فهم العديد من الظواهر والتفاعلات الفسيولوجية والحيوية فى كل من النبات والحيوان. حيث أمكن تتبعه فى جسم النبات وأيضا أمكن تتبعه أثناء تغذية الحيوان على المركبات الداخلة فى تركيب هذا

النبات وصولاً إلى الجهاز الهضمى للحيوان ثم إلى الجهاز الدورى ثم العضلات والعظام وبهذه الطريقة تمكن العلماء من فهم العديد من الظواهر والتفاعلات الكميوحيوية داخل كل من النبات والحيوان مما أحدث ثورة هائلة فى زيادة المنتجات الزراعية سواء من الإنتاج النباتى أو من الإنتاج الحيوانى. كما أوضحت نتائج العديد من الدراسات التى إستخدم فيها النظائر المشعة أن المكونات الأساسية لأجسام الحيوانات المختلفة وحتى التى تدخل فى تركيب جسم الإنسان تعتبر فى حالة تغير مستمر ودائم، وأن هذا التغير يؤدى إلى تغيير جميع مكونات الجسم فى مدى ١٢ شهراً، بمعنى أن جسم الحيوان أو الإنسان يتغير تغيراً كاملاً كل عام.

فقد أثبتت نتائج الدراسات والبحوث أن بروتين الطعام عندما يتناوله الإنسان أو الحيوان يتجه أولاً لإستخدامه فى تكوين مختلف الأنسجة والعضلات وكذا الأعصاب، وأكدت نتائج الدراسات أن البروتين القديم هو الذى يتعرض لعمليات الأكسدة والهدم وما يتبعها من استهلاكه وإفراز البعض منه خارج الجسم.

وكذلك الحال بالنسبة للمواد الدهنية فإنها لا تستهلك مباشرة فى الجسم لإنتاج الطاقة اللازمة للإنسان أو الحيوان وإنما تترسب فى الأنسجة الدهنية المختلفة بالجسم، ولا يتعرض للهدم والأكسدة والتحول إلى الطاقة سوى المواد الدهنية القديمة. وقد ثبت من الدراسات الذرية أن الشىء الوحيد الذى لا يتغير فى جسم الإنسان أو الحيوان هو الحديد الذى يدخل فى تركيب كرات الدم الحمراء.

وقد نُفذت بعض البحوث على الدواجن حيث تم تغذيت بعض أنواع الدجاج بأعلاف يدخل فى تركيبها بعض النظائر المشعة. ودُرس تأثير هذه

الأعلاف المختلفة على إنتاج البيض. فقد أوضحت النتائج أن البيض الــذى ينتجه الدجاج يومياً ليس ناتجاً مما تناوله الدجاج فى نفس اليوم أو فى اليــوم السابق له. وإنما نتج من مواد الأعلاف التى تغذى عليها الدجاج منذ أكثر من ٣٠ يوماً مضت قبل وضع البيض. فالمواد البروتينية التى فى جسم البيضــة كانت بروتيناً ممثلاً فى جسم الدجاجة أولاً قبل أن تنتقل منه إلــى مكونــات البيضة. وقد أثبتت نتائج الدراسات أن قشرة البيضة تختلف تمام الاخــتلاف فى هذا الشأن عن باقى مكوناتها. حيث أن مكونات البيضة الأساسية لا تؤخذ من الأعلاف الحديثة مباشرة إلا أن قشرة البيضة تؤخذ من الكالسيوم الــذى غذى به الدجاج فى نفس اليوم.

ومما سبق عرضه وسرده فى هذا الباب يتضح أهمية النظائر المشــعة فى تقدم العلوم الزراعية وتفهم العديد من العلميات الكيميائية والفســيولوجية والحيوية داخل الكائنات الحية وهى عمليات غاية فى التعقيد إلا أن إســتخدام العناصر المشعة من الكربون والكالسيوم والصوديوم والفوسفور والنيتروجين يسر على الباحثين فهم هذه الموضوعات وبالتالى حدثت طفرة كبيــرة فــى التقدم العلمى والذى أثر بالتبعية على مستويات التقدم التقنى الــذى يشــهده القرن الحالى.

الباب الثالث

الإشعاعات الذرية وإنتاجية المحاصيل الزراعية

- أشعة جاما والطفرات المستحدثة فى فول الصويا
- أشعة جاما وتحمل بذور عباد الشمس للملوحة
- تأثير أشعة جاما على محصول الحمص
- تأثير الإشعاعات الذرية على الفول السودانى
- تأثير الإشعاع على السمسم والفول السودانى
- تأثير أشعة جاما على القرطم
- تأثر أشعة جاما على نبات طماطم الزهور المستديرة
- أشعة جاما وإصابة عباد الشمس بالنيماتودا
- تأثير أشعة جاما على فول المانج
- طفرات عالية لمحصول الأرز بأشعة جاما
- استحداث تباين فى القطن المصر بإستخدام أشعة جاما
- تأثير أشعة جاما على نبات القطيفة النامى بأرض ملحية
- الإشعاعات الذرية ومقاومة الآفات الزراعية
- مقاومة الآفات الحشرية بإستخدام الإشعاعات الذرية
- تأثير أشعة جاما على حشرة خنفساء البقول
- إستخدام الإشعاع فى مقاومة آفات المخازن
- دراسة تأثير مبيدات الحشائش بإستخدام الإشعاعات

الباب الثالث

الإشعاعات الذرية وإنتاجية المحاصيل الزراعية

يعتبر الإنتاج النباتى أحد الدعائم الرئيسية للإنتاج الزراعـــى، وقــد أثبتت التجارب العديدة التى نفذت فى ميدان الإنتاج النباتى والتى إســتخدمت فيها الإشعاعات الذرية الناتجة من النظائر المشعة على العديد من المحاصيل وجود تأثيرات هامة منها النافع والمفيد ومنها ما يسبب أضراراً للنباتات التى تتعرض لمثل هذه الإشعاعات والتى يمكن توضيحها فى السياق التالى:

حيث قام الباحثون بمحطة بحوث جيبروف القريبة من مدينة موسكو بتنفيذ بحثاً دُرس فيه مدى تأثير الإشعاعات الذرية على نباتات الكرنب التى عرضت بذورها للإشعاعات الذرية قبل زراعتها. ثم قــام البــاحثون بهــذه المحطة بمراقبة ومتابعة نمو نباتات الكرنب الناتجة من هذه البذور والتى تم تعريضها للإشعاع الذرى. ولقد كانت نتيجة هذه المعاملة مفاجئة حيث لوحظ أن رؤوس نباتات الكرنب التى تم تعريض بذورها للإشعاع نضــجت قبــل رؤوس نباتات الكرنب التى لم تتعرض بذورها للإشــعاعات الذريــة بمــدة تراوحت ما بين ٨ - ٩ أيام. وعلى هذا أستدل العلماء من هذا البحث علـــى إمكان انتفاع الإنتاج النباتى من الإشعاعات الناتجة من المواد ذات النشـــاط الإشعاعى.

وتبع ذلك أن تم بالفعل إجراء العديد من التجارب التـــى دُرس فيهـــا مدى تأثير تعريض عدد كبير من بذور محاصيل الحبــوب والخضـــراوات والفواكه للإشعاعات الذرية الناتجة من النظائر المشعة. وقد جاء الكثير منها

بنتائج مبشرة توضح إمكانية الانتفاع بمتخلفات الطاقة الذرية من إشـــعاعات مختلفة.

ومن التجارب التى لفتت الأنظار أيضاً فى هذا الشـــأن الدراســـات الذرية التى أجريت على محصول الذرة، فقد تبين أن تعريض هذا المحصول لإشعاعات الذرية الناتجة من عنصر الكوبالت المشع بكميات ضئيلة أدى إلى زيادة النمو الخضرى بمقدار ١٥% عن تلك النباتات التى زرعت فى نفـــس التجربة والتى لم تتعرض للإشعاعات الذرية، هذا وقد وجد فى نفس الوقـــت أن عيدان الذرة التى تعرضت للإشعاعات الذرية كانت تحمل أربعة أو خمسة كيزان من الذرة بينما تراوح عدد الكيزان على عيدان الذرة التى لم تتعرض للإشعاعات ما بين ٢ - ٣ كيزان فقط.

ومن التجارب التى لفتت أنظار الباحثين أيضا أنه أمكن زيادة محصول الجزر بنسبة ٢٥% وذلك نتيجة لتعريض بذوره قبل زراعتها إلى الإشعاعات الذرية. كما أن علماء الزراعة فى الولايات المتحدة الأمريكية تمكنـــوا مـــن زيادة نسبة السكر فى محصول بنجر السكر وذلك بتعريضـــه للإشـــعاعات الذرية.

وتتابعت الدراسات والبحوث فى هذا الشأن لتوضح وتثبت نتائجها أن غمس البذور قبل زراعتها فى محلول يحتوى على بعض العناصر المغذيـــة للنبات ذات النشاط الإشعاعى ثم زراعتها يؤدى إلى إســـراع إنبـــات تلـــك البذور. كما لوحظ أن نمو النباتات التى غمست بذورها فى هـــذا المحلـــول كانت أقوى وذلك بمقارنتها بالنباتات التى لم تجرى عليها هذه المعاملة. فضلا عن تقليل دورة حياتها بعد ذلك. هذا وقد أوضح الشـــواربى (١٩٦١) بأنـــه أجرى بعض الدراسات من هذا النوع وذلك بقسم الكيمياء بجامعة فورد هام.

حيث قام بتحضير بعض المحاليل المغذية والتى زودت بالفوسفور المشع P^{32} ، ثم غمست فيها بذور القطن، ثم أخذت بعد ذلــك وزرعــت فــى حــدائق نيويورك النباتية فى صوبة زجاجية نظراً لبرودة الجو هناك، وقد قصد بذلك أن يوفر للبذور نفس الجو الذى تنمو فيه عادة فى مناطق إنتاج القطــن فــى العالم. ولقد أوضحت النتائج التى تم التحصل عليها أن سرعة إنبــات تلــك البذور كانت عالية، وتميزت معدلات نمو المحصول بعد ذلك. وبهذا تمكــن الباحث من توفير مدة تراوحت بين ٧ - ١٥ يوماً من عمر النبات.

أشعة جاما والطفرات المستحدثة فى فول الصويا:

سبق وأن أوضحنا فى الأبواب السابقة من هذا الإصدار أن أشعة جاما تمثل إحدى الإشعاعات الذرية التى تنطلق من النظائر المشعة وقد إستخدمت هذه النوعية من الإشعاعات فى العديد من الدراسات والبحوث الزراعية حيث قام El-Shouny *et al.* (1986) بتعريض البذور الجافــة لصــنف فــول الصويا " رانسوم" لجرعات ٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٣٠ و ٤٠ كيلو راد من أشعة جاما وقد قدرت نسبة الطفرات فى الجيل الإشعاعى الثالث وفى الجيل الرابع تم تقييم الطرز الطفرية الناتجة للصفات الزراعية الهامــة لمحصــول فول الصويا. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن نسبة الطفرات فى الجيل الإشعاعى الثالــث كانــت ٩,٠٢، ١١,٧٦، ١٢,٥٥ و ١١,٨٦% للجرعات الإشعاعية ٥ ، ١٠ ، ١٥ و ٢٠ كيلو راد على الترتيب وكانت الطرز الطفرية الناتجة هى:

١- نباتات تكون عقداً جذرية (بدون التلقيح بالــ Rhizobium).

٢- نباتات متقزمة.

٣- نباتات غير محددة النمو.

٤- نباتات مبكرة للنضج ذات زغب رمادى اللون.

٥- نباتات مبكرة النضج ذات زغب بنى اللون.
٦- نباتات ذات أزهار بيضاء.
٧- نباتات عالية المحصول.

٢- تميزت الطرز ذات الزغب البنى بمحتوى أعلى من الزيت والبروتين بالبذرة وبمحصول من البذرة يعادل محصول الأب الذى لم يعامل بالإشعاع.

٣- تتميز بعض الطرز الأخرى بصفات خاصة يمكن الاستفادة بها فى تحسين فول الصويا وكذلك فى الدراسات الوراثية.

أشعة جاما وتحمل بذور عباد الشمس للملوحة أثناء الإنبات:

درس كل من El-Mohandes and Amer (1986) تحمل بذور عباد الشمس صنف مياك أثناء الإنبات للملوحة وعلاقة ذلك بكل من درجة الحرارة والمعاملة بأشعة جاما، حيث اشتملت الدراسة على ٥٠ معاملة وهى عبارة عن التوافيق بين درجتين حرارة : ٢٠°م و ٣٠°م وخمس مستويات ملوحة : صفر ، ٣٠٠٠ ، ٦٠٠٠ ، ٩٠٠٠ و ١٥٠٠٠ جزء فى المليون على صورة كلوريد صوديوم. وخمس جرعات من أشعة جاما: صفر ، ١٠ ، ٣٠ ، ٥٠ و ١٠٠ كيلو راد. وقد أظهرت النتائج الآتى:

١- أن نسبة الإنبات كانت أفضل (٩٠,٨٠%) عند درجة الحرارة المنخفضة (٢٠°م) عنها عند درجة الحرارة المرتفعة (٣٠°م) حيث كانت (٧٥,١٠%).

٢- تناقصت نسبة الإنبات بزيادة الملوحة عند درجة الحرارة المرتفعة بينما حدث العكس عند درجة الحرارة المنخفضة أى أنه يمكن لبذور عباد

الشمس تحمل الملوحة أثناء الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة عنها فى الدرجات المرتفعة.

٣- أن استعمال بذور معاملة بـــ ١٠٠ كيلو راد من أشعة جاما أدى إلـــى زيادة نسبة الإنبات فى درجة الحرارة المنخفضة ونقصها فـــى درجـــة الحرارة المرتفعة.

٤- أن المستويات المنخفضة من كل من الملوحة (٣٠٠٠ جزء فى المليون) والإشعاع (١٠ كيلو راد) لها تأثير منشط على الإنبـــات إلا أن تأثيرهـــا ينعكس بزيادة الجرعات عن ذلك.

٥- أن الريشة كانت أطول عند درجة الحـــرارة العاليـــة بينمـــا تناقصـــت تدريجياً بزيادة تركيز الملوحة أو جرعات الإشعاع عند درجتى الحرارة وقد لوحظ نفس الاتجاه بالنسبة لطول الجذير الذى لـــم يتـــأثر بدرجـــة الحرارة. هذا ولم يتأثر الوزن الجاف للبادرة بكل العوامل المدروسة.

تأثير أشعة جاما على محصول الحمص:

وعن تأثير المعاملة بأشعة جاما ومادة إيثايل ميثان سلفولنات والخلط بينهما على محصول الحمص فقد قـــام Abdalla *et al.* (1986) بمعاملـــة بذور أربع أصناف من الحمص بثلاث جرعات لكل من أشعة جامـــا، مـــادة إيثايل ميثان سلفونات والخلط بينهما وذلك بهدف استحداث تباين عالى داخل هذه الأصناف لزيادة إنتاجيتها عن طريق الانتخاب من خلال هذا التباين. هذا ولقد زرعت الأجيال الأولى والثانية والثالثة خلال الفترة من ١٩٨٠ –١٩٨٣ وذلك فى الحقل التجريبى لمؤسسة الطاقة النووية بانشاص.

وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- حدث تباين للأصناف فيما بينها من حيث قدرتها على الاستجابة للجرعات المنخفضة سواء من أشعة جاما أو مادة الإيثايل ميثان سلفونات.

٢- تأثرت الأصناف الأربعة بالتركيز العالى لمادة الايثايل ميثان سلفونات (٠,١%) وكل المعاملات المشتركة معها من أشعة جاما، حيث أدت إلى انخفاض ملحوظ فى صفات المحصول ومكوناته فيما عدا معدل البدرة.

٣- أوضح التباين المستحدث فى الأصناف الأربعة إمكانية تواجد طفرات مفيدة باستحداث تباين يمثل هذه البرامج.

وعن أثر الانتخاب فى عشائر الجيل الثانى المستحدثة بالطفرات فى أربع أصناف من الحمص والتى عوملت بنفس المعاملات السابقة فقد قام Abdalla *et al.* (1986) بعمل انتخاب لأعلى ٥ نباتات تحمل قرون لكل معاملة من المعاملات المطفرة (تمثل ١٠% شدة انتخاب) وتم تقييم هذه المنتخبات لنباتات الجيل الثالث فى موسم ١٩٨٢ /١٩٨٣. وقد أظهرت النتائج أن للانتخاب (بحوالى ١٠% شدة انتخاب) فاعلية فى جميع المعاملات وبوجود اختلاف بين عشائر الأصناف كما تعتبر العشائر المعاملة بجرعات ٢٥٠٠ راد ، ٠,٠٢٥% مادة ايثايل ميثان سلفونات والمعاملة المشتركة بينهما أفضل العشائر من حيث زيادة قاعدتها الوراثية بالمقارنة بالمطفرات الأخرى وبالتالى زيادة فرصة الانتخاب فى نباتات تلك العشائر. كما أن الانتخاب فى نواتج معاملات المطفرات التى تزيد متوسطات صفاتها عن المقارنة أكثر فاعلية عن تلك التى تقل متوسطات صفاتها عن المقارنة.

تأثير الإشعاعات الذرية على الفول السوداني:

وعن تأثير معاملات تشعيع البذور والرى بمياه مالحة علـــى النمـــو والمحتوى العنصرى لنبات الفول السودانى فقد قام Ragab *et al.* (1986) بدراسة أثر العوامل المتداخلة لكل من تشعيع بذور الفول السودانى وكـــذلك معاملات الرى بمياه مالحة على النمو والمحتوى العنصرى والمتمثـــل فـــى عناصر الصوديوم ، الكالسيوم، المغنسيوم، الكلور، الحديد، الزنك و النحاس وكانت التركيزات الملحية لملح كلوريد الصوديوم المستخدمة : صفر ، ٢٤ ، ٤٨ و ٩٦ ملليمكافئ / لتر. وجرعات التشعيع: صفر ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٨٠ ، ١٦٠ و ٣٢٠ جراى. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- سببت الملوحة تقييداً للنمو من خلال انخفاض تراكم المادة الجافة حيـــث بلغت ٧٥% تحت مستوى ٢٤ ملليمكافئ / لتـــر بالمقارنـــة بالمعالجـــة القياسية.

٢- أدى الرى بمياه مالحة إلى تراكم عناصر الكلور والصوديوم بالأنســـجة النباتية وكان تراكم الكلور يفوق مثيله الصوديوم.

٣- انخفض تراكم العناصر الأساسية الضرورية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم وفسرت حساسية النباتات للرى بمياه مالحة إلى تراكم المواد السامة وكذلك إلى انخفاض المحتوى من العناصر الضرورية.

٤- أدت المعاملة الإشعاعية بمفردها إلى تأثيرات معاكســـة للنمـــو وعلـــى الرغم من ذلك سببت المعاملات المختلطة (تشعيع ثم رى بمياه مالحة) إلى زيادة إنتاج المادة الجافة بدرجة تفوق مثيلاتها والتى رويـــت بميـــاه مالحة فقط ولم تعامل بالإشعاع.

٥- أظهرت المعاملات الإشعاعية حتى جرعة ٨٠ جراى والرى بمياه مالحة بمستويات منخفضة تفوقاً عن باقى المعاملات مما يمكن اعتبارها من أفضل التوليفات.

٦- سببت المعاملات الإشعاعية فقط أو الإشعاعية ثم الرى بمياه مالحة إلى تراكم عناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم بأنسجة النباتات المعالجة بمياه فقط.

٧- أظهر محتوى النباتات للعناصر الدقيقة تأثيراً بالغاً لكل من المعاملات الإشعاعية وكذلك الملحية.

تأثير الإشعاع على السمسم والفول السودانى تحت نظام التحميل:

نفذ هذه الدراسة El-Khawaga *et al.*(1992) حيث أقيمت تجربتان حلقليتان خلال موسمى ١٩٨٨ ، ١٩٨٩ بمحافظة الشرقية لدراسة دور الاشعاع بجرعات صفر ، ١٠ ، ٢٠ و ٤٠ جراى على كل من السمسم والفول السودانى تحت نظام تحميل واحد (٣ : ٣). وقد أوضحت أهم النتائج التى تم التحصل عليها الآتى:

١- تأثرت كل من الصفات التالية: المادة الجافة للأوراق، السيقان والنبات الكامل، مساحة الأوراق، دليل مساحة الأوراق، الوزن النوعى للأوراق، معدل النمو النسبيى، معدل النمو للمحصول والجهد التمثيلى النسبى للنبت تأثراً معنوياً بإستخدام الجرعة ٢٠ جراى.

٢- تأثر كل من المحصول ومكوناته تأثراً معنوياً بإستخدام نفس الجرعة وكان لذلك تأثير على محصول الزيت والبروتين.

٣- تأثرت أيضاً جميع مقاييس التنافس بإستخدام نفس الجرعة الإشعاعية مثل العدوانية، المكافئ الأرضى، معامل الحشد النسبى، نسبة التنافس ونسبة المكافئ الأرضى بالنسبة للزمن.

٤- أظهر التفاعل بين الإشعاع والتحميل تأثيراً معنوياً على بعض الصفات المدروسة مثل الوزن الجاف للأوراق والسيقان ومساحة الأوراق والوزن النوعى للورقة والجهد التمثيلى النسبى لنبات السمسم.

٥- كذلك الجهد التمثيلى النسبى للفول السودانى، عدد الثمار للسمسم والفول السودانى وعدد الثمار التى تحتوى على بذرة وبذرتين فى الفول السودانى، كما كان هناك تأثيراً معنوياً على محصول البذرة للفول السودانى ومحصول البروتين للفدان لكل من السمسم والفول السودانى، وقد أعزى ذلك إلى تحسين الإشعاع لبعض صفات النبات والتى استفاد منها النبات فى رفع كفاءة الاستفادة من عوامل البيئة نتيجة التحميل والتى انعكست على حالة النبات والمحصول.

تأثير أشعة جاما على القرطم:

وعن الطفرات المستحدثة باستعمال أشعة جاما فى القرطم وتقييم بعض الصفات الزراعية للطفرات فى الجيل الثالث قام Ragab and Abo-Megazi (1986) بعمل برنامج تربية لتحسين القرطم بإستخدام الإشعاع والطفرات. وقد أمكن انتخاب إحدى عشر طفرة من الجيل الثانى الإشعاعى وذلك بعد تشعيع بذور الصنف جيزة ١ بجرعات ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠ و ٦٠ كيلو راد من أشعة جاما بمعدل ٩٧,٥ راد / ث. وفى الجيل الثالث أجريت تجربة حقلية بهدف تقييم ومقارنة الطفرات المنتخبة بالصنف المحلى جيزة ١.

وأشارت النتائج إلى الآتى:

١- زيادة محصول البذور / نبات لمعظم الطفرات زيادة معنوية عما فـــى صنف المقارنة جيزة ١.

٢- أتضح أن معظم الطفرات المرتفعة المحصول كانت أيضا مرتفعة فـــى عدد النورات للنبات، قطر النوره وعدد الأفرع للنبات.

٣- أن بعض الطفرات تميزت بانخفاض عدد الأيام مـــن الزراعـــة حتـــى ظهور أول زهرة (تبكير) عن صنف المقارنة جيزة١.

٤- أظهرت دراسة التباين فى الصفات المدروسة وجود فروق واضحة بين نباتات الطفرات ونباتات الصنف جيزة ١.

تأثير أشعة جاما على نبات طماطم الزهور المستديرة:

درس Abdel-Maksoud (1992) مدى تأثير أشعة جاما على نباتات طماطم الزهور المستديرة حيث عرضت البذور الجافة إلى جرعات صفر ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ و ٢٥ كيلو راد من أشعة جاما الصادرة من الكوبالت ٦٠ وقد كررت التجربة فى موسميين متتاليين وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- لوحظ فى الجيل الإشعاعى الأول للموسم الأول أن الجرعات ٢٠ و ٢٥ كيلو راد قد تسببتا فى نسبة موت ١٠٠% للبادرات بينما أدت الجرعـــة ١٥ كيلو راد إلى تزهير مبكر ونقص فى حجم الثمرة.

٢- بالنسبة للجيل الإشعاعى الأول فى الموسم الثـــانى فقـــد أدت الجرعـــة المنخفضة ٥ كيلو راد إلى زيادة كل من نسبة الإنبـــات ونســـبة البقـــاء وارتفاع النباتات والتفريع ومساحة ووزن الأوراق وإلى تبكير الإزهار وزيادة عدد وحجم ووزن الثمار.

٣- أدت الجرعة ١٠ كيلو راد إلى زيادة نسبة الإنبات وتشابهت مع الجرعة ١٥ كيلو راد فى تعجيل الإزهار ونقص عدد الثمار.

٤- أدت الجرعة ١٥ كيلو راد إلى نقص فى ارتفاع النبات وحجم الثمرة.

٥- كان للجرعتان ٢٠ و ٢٥ كيلو راد تأثيراً مثبطاً على نسبة البقاء وارتفاع النبات والتفريع وعدد وحجم ووزن الثمار إضافة إلى نقص مساحة الأوراق ووزنها.

٦- أدت الجرعة ١٠ كيلو راد إلى حدوث طفرات متقزمة فى الجيل الإشعاعى الأول بينما تسببت الجرعات المختلفة فى ظهور تغيرات فى أشكال الأوراق والثمار خلال الموسمين.

تأثير المعاملة بأشعة جاما لبذور نباتات عباد الشمس على نمو نباتات عباد الشمس وقابليتها للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور.

درس El-Saedy *et al.* (1995) تأثير المعاملة بأشعة جاما بالجرعات صفر ، ٠,١ ، ٠,٢ و٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى لبذور نباتات عباد الشمس صنفى هاى سن Hysun ومياك Mayak على نمو النباتات وقابليتها للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور M. incognita وقد أجريت التجربتان فى الصوبة على شكل قطع منشقة مثلت فيها نباتات الأباء ونباتات الجيل الأول بالقطع الرئيسية main plot والعدوى بالنيماتودا الـ sub-plot والمعاملة بالإشعاع الـ Sub – subplot.

وقد أوضحت نتائج التجربة الأولى على الصنف هاى سن الآتى:

١- أن الوزن الطازج للجذور وللمجموع الخضرى وأعداد العقد الجذرية النيماتودية وكذلك أعداد أكياس بيض النيماتودا قد زاد زيادة معنوية فى

نباتـ الجيل الأول M\ population مقارنة بنباتات الأباء. ولم توجد فروق معنوية بين النباتات نتيجة للإصابة النيماتودية مقارنة بنباتات الكنترول.

٢- أظهرت نتائج المعاملة بالإشعاع أنها تسبب خفضاً معنوياً للوزن الطازج والجاف للجذور والمجموع الخضرى مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالإشعاع.

٣- لم تؤثر المعاملة بالاشعاع على أعداد العقد النيماتودية معنوياً فأن المعاملة بالجرعات ٠,١ ، ٠,٢ و٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى سببت زيادة أعداد أكياس البيض النيماتودى معنوياً مقارنة بالنباتات غير المعاملة.

وقد أوضحت نتائج التجربة الثانية على الصنف مياك:

١- عدم وجود أى فروق معنوية بين نباتات الأباء ونباتات الجيل الأول. وقد أتضح أنه لم توجد فروق معنوية بين النباتات نتيجة للإصابة بالنيماتودا مقارنة بالنباتات الكنترول.

٢- أظهرت نتائج عامل الإشعاع حدوث انخفاض معنوى فى الوزن الطازج والجاف للجذور وذلك للمعاملات ٠,١ ، ٠,٢ و٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى وكذلك فى الوزن الجاف مقارنة بالكنترول. وعلى العكس زاد الوزن الرطب للمجموع الخضرى معنوياً عند المعاملة بـ ٠,١ وحدة إشعاع كيلو جراى مقارنة بالمعاملات صفر ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع.

٣- زادت أعداد أكياس البيض نتيجة المعاملة بـ ٠,١ ، ٠,٢ و ٠,٣ وحدة إشعاع كيلو جراى مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالإشعاع.

وعن أثر التشعيع بأشعة جاما على تحمل أجنة صنفين من عباد الشمس للملوحة والجفاف فقد قام كل من Alissa and Nawar (1994) بدراسة تأثير أربعة جرعات من أشعة جاما: صفر ، ١٠ ،٢٠ و ٣٠ كيلو راد على قدرة أجنة صنفين من عباد الشمس عمر ١٠ أيام ، هاى سن ومياك على إنتاج نباتات كاملة معملياً تحت أربعة مستويات من الإجهاد الملحى: ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٣٠ جرام كلوريد صوديوم / لتر وأربعة مستويات من الجفاف: ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ جرام مانيتول / لتر بإستخدام بيئة MS مضافاً إليها ٠,٥ ملليجرام / لتر من كل من BAP , NAA.

وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- كانت استجابة صنفى عباد الشمس متماثلة لجرعات أشعة جاما وكذلك لمستويات الإجهاد الملحى والرطوبى.

٢- أدى التشعيع بجرعات ١٠ و ٣٠ كيلو راد إلى زيادة أعداد النباتات الناتجة مقارنة بالمعاملة بدون إشعاع والتشعيع بجرعة ٢٠ كيلو راد عند كل مستويات الملوحة والجفاف المستخدمة فى الدراسة.

٣- أعزى التأثير المنشط للجرعات المنخفضة من الإشعاع وتأثير الجرعات العالية من الإشعاع على إحداث الطفرات.

٤- أوضحت النتائج أن زيادة مستوى الإجهاد الملحى أو الجفاف أدى إلى نقص حاد فى عدد النباتات الناتجة من الأجنة المختبرة.

ومن النتائج التى تم التحصل عليها من هذه الدراسة يمكن مساعدة مربى محصول عباد الشمس فى استنباط أصناف يمكنها تحمل ظروف الإجهاد البيئى بإستخدام تقنيات زراعة الأنسجة.

تأثير أشعة جاما على الصفات المختلفة لطرازين وراثيين من فول المانج للأجيال الأول والثانى والثالث.

أجرى منصور (٢٠٠٠) هذه الدراسة حيث عرضت البذور الجافة لطرازين وراثين من فول المانج هم VC2010 والأخر الصنف Kawmy لجرعتين من أشعة جاما هما ١٥ و ٣٠ كيلو رونتجن بالإضافة للمعاملة التى بدون إشعاع (الكنترول). زرع الجيل الأول والثانى والثالث بعد المعاملة بالإشعاع بمحطة بحوث زرزورة بمحافظة البحيرة والتابعة لمركز البحوث الزراعية فى المواسم الصيفية ١٩٩٧-١٩٩٨-١٩٩٩ على التوالى وذلك فى تجربة صممت فى قطاعات منشقة مرة واحدة فى أربع مكررات بحيث شملت القطع الرئيسية على الطرز الوراثية ووزعت الجرعات الإشعاعية: صفر ، ١٥ ، ٣٠ كيلو رونتجن على القطع الشقية.

أوضحت النتائج الخاصة بالجيل الأول بعد الإشعاع الآتى:

١- انخفاض معدل الانقسام للخلايا الميرستيمية للقم النامية لجذور البادرات النامية من البذور المعاملة بالإشعاع مع زيادة نسبة الحالات الكروموسومية الشاذة وكان هذا التأثير يزداد بزيادة جرعة الإشعاع فى كلا الطرازين الوراثيين وكان ذلك معنوياً بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

٢- انخفضت الصفات الآتية انخفاضاً معنوياً فى كلا الطرازين الوراثيين: نسبة الإنبات، طول النبات عند النضج، عدد الفروع للنبات الواحد وذلك بعد ١٠٠ يوم من الزراعة.

٣- لوحظ أن عدد القرون الناضجة للنبات الواحد زادت مع زيادة جرعة الإشعاع للطراز الوراثى VC 2010 ولكن انخفضت هذه الصفة للطرز الوراثى Kawmy وكان هذا الانخفاض معنوياً.

٤- بالنسبة لصفة وزن المائة بذرة للطرز الوراثى VC2010 فى المعاملة ١٥ كيلو رونتجن كانت أثقل من الكنترول (غير المعامل) وكانت هذه الزيادة معنوية ولكن انخفضت فى باقى المعاملات لكلا الطرازين الوراثيين.

٥- زاد وزن بذور النبات الواحد مع زيادة الجرعة الإشعاعية للطرز الوراثى VC 2010 وكانت الزيادة معنوية ولكنها انخفضت للطرز الوراثى Kawmy لكلا الجرعتين الإشعاعيتين.

٦- زاد محصول الفدان للطراز الوراثى VC 2010 مع زيادة جرعة الإشعاع ولكن انخفض محصول الفدان للطراز Kawmy مع زيادة جرعة الإشعاع.

وقد أوضحت نتائج الجيل الثانى الآتى:

٧- انخفضت الصفات الآتية انخفاضاً معنوياً بزيادة الجرعة الإشعاعية: نسبة الإنبات، طول النبات، عدد الفروع للنبات الواحد، عدد القرون غيرالناضجة للنبات الواحد لكلا الطرازين الوراثيين، وقد لوحظ أن الانخفاض كان أقل حدة من الجيل الأول.

٨- أوضحت النتائج المتحصل عليها زيادة عدد القرون الناضجة للطراز الوراثى VC 2010 مع زيادة الجرعة الإشعاعية ولكن حدث عكس ذلك للطراز الوراثى Kawmy.

٩- لم يظهر الطراز الوراثى VC 2010 أى فروق معنوية بين المعاملتين ١٠، ٣٠ كيلو رونتجن بالنسبة لوزن مائة بذرة وكان الانخفاض معنوياً للطراز الوراثى Kawmy فى المعاملة ٣٠ كيلو رونتجن.

١٠- كانت الزيادة معنوية للطراز الوراثى VC 2010 مع زيادة جرعة الإشعاع بالنسبة لمحصول النبات الواحد بينما انخفضت هذه الصفة انخفاضاً معنوياً للطراز الوراثى Kawmy.

١١- زاد محصول الفدان للطراز الوراثى VC 2010 عن الكنترول وأنه لا توجد فروق معنوية بين الجرعتين ١٥ و٣٠ كيلو رونتجن بينما انخفضت هذه الصفة للطراز Kawmy مع زيادة جرعة الإشعاع.

وقد أوضحت نتائج الجيل الثالث الآتى:

١٢- لوحظ أن الجيل الثالث أخذ اتجاه الجيل الثانى فى معظم الصفات تحت الدراسة، ولكن بالنسبة لصفة محصول النبات الواحد فوجد أن الجرعة ١٥ كيلو رونتجن للطراز الوراثى VC 2010 أعطت أعلى محصول وكانت الزيادة معنوية ولكن المعاملة ٣٠ كيلو رونتجن كانت الزيادة غير معنوية. وكان سلوك هذه الصفة للطراز الوراثى Kawmy على العكس حيث انخفض وزن محصول النبات الواحد انخفاضاً معنوياً وكان نفس الإتجاه بالنسبة لمحصول الفدان.

١٣- ومن دراسة النتائج للأجيال الثلاثة يتضح زيادة التباين الوراثى مع زيادة جرعة الإشعاع لكل الصفات المدروسة ولكلا الطرازين الوراثيين.

ومن هذه الدراسة يتضح أن أقل ضرر وراثى للإشعاع ظهر فى الجيل الثالث المعامل بالجرعة ١٥ رونتجن، ولذا فأن هذه النباتات يقترح إستخدامها كنواة لعمليات الانتخاب وتطبيق طرق التحسين الوراثى لإنتاج أصناف محسنة من فول المانج.

إنتخاب طفرات عالية المحصول فى الأرز بإستخدام أشعة جاما:

لعبت أشعة جاما أيضا دوراً هاماً فى إحداث بعض الطفرات عالية المحصول فى الأرز. هذا ويمكن توضيح ذلك من نتائج التى الدراسة التى قام بها Sobieh *et al.*(2001). حيث أجرى هذا البحث خلال ثلاث مواسم متتالية ٩٨،٩٧ و١٩٩٩ بالمزرعة التجريبية الخاصة بقسم البحوث النباتية – مركز البحوث النووية – أنشاص. وذلك لدراسة تأثيرات أشعة جاما بجرعات: صفر ، ٢٠٠ ، ٣٠٠ و٤٠٠ Gy على متوسطات صفات المحصول ومساهمتها فى صنفى الأرز سخا –١٠٢ وجيزة –١٧٨ وانتخاب بعض الطفرات العالية فى المحصول. وكانت أهم النتائج ما يلى:

١- أوضحت نتائج التباين وجود اختلافات معنوية بين المعاملات الإشعاعية لمعظم الصفات تحت الدراسة.

٢- تفاوتت الاستجابة لصنفى الأرز بالمعاملات الإشعاعية حيث أظهرت المعاملة الإشعاعية ٢٠٠ جراى زيادة معنوية لمعظم الصفات للصنف سخا – ١٠٢ بينما أظهرت المعاملة الإشعاعية ٣٠٠ جراى زيادة معنوية لمعظم الصفات للصنف جيزة –١٧٨.

٣- النباتات المنتخبة فى الجيل الإشعاعى الثانى (M2) من المعاملة الإشعاعية ٢٠٠ جراى للصنف سخا –١٠٢ والمعاملة الإشعاعية ٣٠٠ جراى للصنف جيزة – ١٧٨.

٤- انخفضت قيم كفاءة التوريث ونسبة التحسين المتوقعة لبعض الطفرات المنتجة واعتبرت غير ذات قيمة، وعلى الجانب الآخر أظهرت الطفرات الأخرى كمية معقولة من قيم كفاءة التوريث ونسبة التحسين المتوقعة ولذلك فهى ذات قيمة تربوية عالية.

٥- يشير اختبار النسل فى الجيل الإشعاعى الثالث (M3) أن معظم النسل أستعاد ملامح النباتات المنتخبة فى الجيل الثانى وتعتبر هذه النباتات مواد صادقة للتربية.

تأثير أشعة جاما على نباتات الشمر:

أوضح حسنين (٢٠٠٤) من خلال الدراسة التى قام بها حيث تم معاملة بذور نباتات الشمر بأشعة جاما إذ كان الكوبالت المشع هو مصدر الإشعاع وتمت معاملة البذور بجرعات ٢٥٠ ، ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ١٢٥٠ و ١٥٠٠ راد ثم تمت زراعة البذور مباشرة فى الحقل وتم تنفيذ العمليات الزراعية العادية كالمتبع إجراؤها فى إنتاج النباتات العطرية.

هذا وقد تم تسجيل البيانات الخاصة بالنمو ووزن النورات ونسبة الزيت وذلك خلال موسمى الدراسة ٩٨-١٩٩٩،٩٩-٢٠٠٠. وقد تم تقدير مكونات الزيت الطيار وذلك بإستخدام جهاز التحليل الكروماتوجرافى الغازى ومطياف الكتلة فى الموسم الثانى للدراسة، كما تم تقدير التركيب الكيميائى للنبات خلال موسمى التجربة.

وفى جزء آخر من التجربة تم تخزين بذور الشمر بعد تعريضها بجرعات: صفر ، ١٠ ، ٢٠، ٣٠ ، ٤٠ و ٥٠ كيلو راد لمدة ستة أشهر أعقبها تحليل نسبة الزيت ومكوناته وذلك بإستخدام جهازى التحليل الكروماتوجرافى الغازى ومطياف الكتلة. وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أدى إستخدام الإشعاع بالجرعات المختلفة التى إستخدمت فى الدراسة إلى حدوث زيادة فى ارتفاع النبات وعدد الفروع ووزن وعدد النورات ووزن المجموع الخضرى والمجموع الجذرى وذلك خلال موسمى الدراسة.

٢- كانت الجرعات الأكثر تأثيراً هى ١٠٠٠ و١٢٥٠ راد بالنسبة لمعظم القياسات النباتية. وكانت الجرعة ٧٥٠ راد هى الأكثر مناسبة لوزن الجذور.

٣- زادت نسبة الزيت نتيجة للإشعاع وبصفة خاصة مع الجرعات العالية ١٢٥٠ و ١٥٠٠ راد.

٤- اختلفت مكونات الزيت كنتيجة للجرعة المستخدمة، فعند الجرعة ٢٥٠ راد زاد كل من الكارين والليمونين، بينما نقصت نسبة الميثايل كافيكول عند الجرعات ٥٠٠ و ٧٥٠ راد. كما لوحظ الانخفاض العام فى كل من الليمونين ، الأنيثول والميثايل كافيكول.

٥- زادت النسبة فى كل من الأنيثول والميثايل كافيكول كنتيجة للتعرض لجرعات ١٠٠٠ و١٢٥٠ راد وقد أدت أعلى جرعة (١٥٠٠ راد) إلى زيادة كل من الأنيثول والليمونين.

٦- أدى الإشعاع بالجرعات العالية إلى زيادة محتوى النبات من الكلوروفيل أ وكلوروفيل ب وكذلك زيادة فى محتوى النباتات من الكاروتينات.

٧- أدت الجرعات ٥٠٠ و ٧٥٠ راد إلى زيادة الإندولات الكلية.

٨- اتجهت تركيزات العناصر الصغرى والمتمثلة فى الحديد والزنك والمنجنيز للنقصان كنتيجة لمعاملات الإشعاع.

٩- أدى التخزين للبذور التى تم معاملتها بالإشعاع إلى حدوث نقص بسيط فى نسبة الزيت.

١٠- زدت نسبة الأنيثول فى زيت البذور التى تم معاملتها بجرعة ٥٠ كيلو راد حتى بعد التخزين لمدة ستة أشهر.

١١- زادت نسبة الميثايل كافيكول نتيجة للتشعيع بجرعات ١٠ كيلو راد.

١٢- أدت الجرعة ٣٠ كيلو راد لزيادة كل من الفنشون والكارين بينما تناقصت نسبة الليمونين بصفة عامة.

استحداث تباين فى القطن المصرى بإستخدام أشعة جاما:

محصول القطن أحد المحاصيل الإستراتيجية الهامة فى الاقتصاد المصرى ولهذا أهتم به الباحثين كثيراً وذلك من خلال الدراسات والبحوث التى أجريت على هذا المحصول.

ولقد كان من أهم البحوث المتميزة والتى تمت لدراسة مدى تأثير أشعة جاما على إمكانية استحداث تباينات وراثية فى عشائر ذات محتوى وراثى مختلف وقد نفذت هذه الدراسة فى ثلاثة مواسم زراعية متتالية خلال الفترة من ٢٠٠٠ – ٢٠٠٢. وقد أوضح عرابى (٢٠٠٦) أنه إستخدم لإجراء هذه الدراسة أبوين منتميان كلاهما إلى نوع القطن البارباديس وهما عبارة عن الصنف جيزة ٨٦ والهجين المبشر (جيزة ٨٩ × بيماس ٦). حيث تم زراعة الموسم الأول فى محطة البحوث الزراعية بالجيزة بينما تم زراعة الموسمين الثانى والثالث فى محطة البحوث الزراعية بسخا بكفر الشيخ. وقد أجريت الخطوات البحثية التالية:

- تم التهجين بين الأبوين فى الموسم الأول لإنتاج بذرة الجيل الأول.
- قسمت بذور كلا الأبوين وبذرة الجيل الأول إلى قسمين: الأول: تمت معاملته بأشعة جاما بمعدل ١٥ كيلو راد. والثانى: ترك بدون معاملة.

- فى الموسم الثانى (٢٠٠١) تم زراعة عشائر عبارة عن الأبـــاء وبـــذرة الجيل الأول المعاملة وغير المعاملة وهذه العشائر هى: جيزة ٨٦ ، جيزة ٨٦ معامل ، (جيزة ٨٩ × بيماس ٦) ، (جيزة ٨٩ × بيماس ٦) معامل ، جيزة ٨٦ × (جيزة ٨٩ × بيماس ٦) ، جيـــزة ٨٦ × (جيـــزة ٨٩ × بيماس ٦) معامل.
- فى نفس الموسم تم إجراء عملية التهجين والتهجين العكسى بين الأبـــاء العادية وبعضها والأباء المعاملة وبعضها وبين الأباء العادية والمعاملة.
- وفى نهاية الموسم الثانى تم دراسة صفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج لكل العشائر ثم انتخاب أعلى ٢٠% من النباتات لهاتين الصفتين لكل العشائر.

وقد أوضحت النتائج الأتى:

١- تمثل تأثير أشعة جاما على المتوسطات فى وجود زيادة معنويـــة فـــى صفة متوسط وزن اللوزة بالنسبة للأب الأول المعامل (P_1M_1) مقارنـــة بالأب العادى (P_1) بينما كان هناك نقص معنوى لذات الصفة فـــى الأب الثانى المعامل (P_2M_1) مقارنة بالأب الثانى (P_2) ولم تكـــن هنـــاك أى فروق معنوية فى الجيل الأول (F_1M_1) مقارنة بالجيـــل الأول العـــادى (F_1).

٢- وبالنسبة لصفة معدل الحليج فقد كان هناك نقص معنوى فى الأب الأول (P_1M_1) والجيل الأول المعامل (F_1M_1) مقارنـــة بـــالأب الأول (P_1) والجيل الأول (F_1) العاديين على التوالى، ولم يكن هناك تأثير بالنســـبة للأب الثانى المعامل (P_2M_1) مقارنة بالأب الثانى العادى (P_2) وبالنسبة للجيل الطفرى الثانى كانت هناك فروق معنوية بالزيادة والنقصان فـــى متوسطات الأباء المعاملة مقارنة بالأباء العادية أكثر من باقى العشـــائر الأخرى فى جميع الصفات.

٣- وعن تأثير أشعة جاما على التباينات فقد كانت هناك زيادة معنوية في تباينات كل العشائر المعاملة مقارنة بالعشائر العادية لصفتي وزن اللوزة ومعدل الحليج في الجيل الطفرى الأول وبالمثل كانت هناك زيادة معنوية في تباينات العشائر المعاملة مقارنة بالعشائر غير المعاملة وبخاصة في الأباء المعاملة.

٤- وفيما يختص بتأثير أشعة جاما على السلوك الوراثي للصفات المدروسة أوضحت النتائج أن قوة الهجين بالنسبة للجيل الطفرى: كانت قوة الهجين سالبة ولكن غير معنوية في الجيل الأول العادى والمعامل لصفة وزن اللوزة. أما صفة معدل الحليج فقد كانت قوة الهجين موجبة ومعنوية في الجيل الأول العادى بينما كانت قوة الهجين سالبة ومعنوية في الجيل الأول المعامل. أما الجيل الطفرى الثاني فقد كانت قوة الهجين سالبة وموجبة ولكن غير معنوية في جمع الصفات المدروسة لجميع العشائر الداخلة في الدراسة.

٥- أما فيما يختص بدرجة التوريث فقد تم قياس درجة التوريث في المدى الواسع في الجيلين الطفريين الأول والثاني وقد كانت نتائج الجيل كما أوضحها عرابى (٢٠٠٦) في الآتي:

- كانت درجة التوريث لصفة متوسط وزن اللوزة في الثلاث عشائر المعاملة ٦٩,٩٩% ، ٧٥,٨٠% و٨٢,٩٢% على التوالي.
- أما بالنسبة لصفة معدل الحليج فقد كانت قيم درجة التوريث أعلى من ٧٠% في العشائر المعاملة.

وبالنسبة لنتائج الجيل الطفرى الثانى فقد تمثلت فى الآتى:

- تم حساب درجة التوريث للعشائر فى الصفات التى كان بها معنوية فى التباين المستحدث حيث وجد أنه بالنسبة للأب الأول المعامل (P_1M_1) والمنتخب لوزن اللوزة فكانت درجة التوريث تتراوح ما بين ٦٠,٣٣% – ٩٨,٠٠% فى الصفات المدروسة ماعدا موقع أول عقدة ثمرية.
- الأب الأول المعامل (P_1M_2) والمنتخب لمعدل الحليج كانت درجة التوريث أعلى من ٥٠% لكل الصفات.
- الأب الثانى المعامل (P_2M_2) والمنتخب لوزن اللوزة كانت درجة التوريث ما بين ٨٥,٥١% – ٩٤,٧٧%.
- الأب الثانى المعامل (P_2M_2) والمنتخب لمعدل الحليج كانت قيمة درجة التوريث أعلى من ٥٥% لجميع الصفات.
- وبالنسبة لـ F_1M_2 عندما إستخدم الصنف جيزة ٨٦ معامل كأب كانت قيمة درجة التوريث ٨٧,٢٥% لصفة معدل الحليج.
- وبالنسبة F_1M_2 عندما إستخدم الصنف جيزة ٨٦ كأب فى الهجين (جيزة × بيمس ٦) × جيزة ٨٦ معامل كانت قيمة درجة التوريث أعلى من ٨٥% لطول النبات وعدد اللوز على النبات ومعامل البذرة ودرجة الانتظام.
- وبالنسبة F_2M_2 كانت قيمة درجة التوريث ٧٩,١٢% لصفة متوسط وزن اللوزة.

٦- وعن تأثير أشعة جاما على الارتباط فقد أوضح عرابى (٢٠٠٦) أنه تم قياس الارتباط البسيط بين صفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج فى الموسم الثانى (٢٠٠١) حيث كان الارتباط موجباً ولكن غير معنوى للأب الأول (P_1) بينما كان معنوياً وموجباً فى الموسم التالى لنفس الأب. أما بالنسبة

للأب الأول المعامل (P_1M_1) فقد كان الارتباط سالباً فى الموسم الثانى وموجباً ولكن غير معنوى فى الموسم التالى. كما أن الارتباط بين صفتى وزن اللوزة ومعدل الحليج كان سالباً وغير معنوياً فـــى الموســـم الأول بالنسبة للأب الثانى (P_2) وموجب وغير معنوى فـــى الموســـم التـــالى وبالنسبة للجيل الأول العادى (F_1) والمعامل (F_1M_1) فقد كان الارتباط بين متوسط وزن اللوزة ومعدل الحليج غير معنوياً فى كلا الموسمين.

٧- وعن تأثير أشعة جاما على معامل الألتواء العزمى فقد أوضح عرابـــى (٢٠٠٦) أنه إستخدم هذا المقياس لمعرفة اتجاه التواء المنحنى فإمـــا أن يكون ملتوياً جهة اليسار ويسمى منحنى ملتوى سالب وإمـــا أن يكـــون ملتوياً ناحية اليمين ويسمى منحنى ملتوياً موجب، وما يهمنا هنا اتجـــاه المنحنى بالنسبة لصفات التبكير وصفة النعومة أن يكون اتجاه المنحنـــى سالب وبالنسبة لصفات المحصول ومكوناته فيفضـــل أن يكـــون اتجـــاه المنحنى موجب.

ومن النتائج التى تم التحصل عليها فى هذا الشأن الآتى:

- كانت أعلى قيمة سالبة ومعنوية لمعامل الألتواء العزمى لصفة موقع أول عقدة ثمرية وعدد الأيام لتفتح أول زهـــرة والنعومـــة فـــى الأب الأول المعامل (P_1M_2) عندما انتخبت نباتاته لمعدل الحليج بينما كانت أعلـــى قيمة سالبة لمعامل الألتواء لصفة عدد الأيام لتشتقق أول لوزة فـــى الأب الأول (P_1M_2) وذلك عندما أنتخبت نباتاته لوزن اللوزة.
- كانت أعلى قيمة موجبة لمعامل الألتواء العزمى لصـــفة عـــدد الأفـــرع الثمرية على النبات وعدد اللوز ومحصول الشعر ومعدل الحليج ومعامل البذرة فى الأب الثانى المعامل (P_2M_2) عندما انتخبت نباتاتـــه لمعـــدل الحليج بينما كانت أعلى قيمة لصفة محصول الزهـــر فـــى الأب الأول

المعامل عندما انتخبت نباتاته لوزن اللوزة وفى الأب الثانى المعامل عندما انتخبت نباتاته لوزن اللوزة وذلك لصفة متوسط وزن اللوزة.

تأثير أشعة جاما على بعض الصفات المورفولوجية والبيوكيميائية لنبات القطيفة النامى فى أرض ملحية:

أوضح Sherif *et al.* (2007) أن هذا البحث تناول دراسة التأثير المنفرد لكل من أشعة جاما والملوحة وكذلك تأثيرهما المشترك على نبات من نباتات الزينة واسع الانتشار فى مصر وهو نبات القطيفة الذى يعتبر نباتاً صيفياً وذلك بغرض استنباط أجيال منه لها القدرة على مقاومة الملوحة. كما تناول البحث أيضاً تأثر إنزيم البيروكسيديز بأشعة جاما والملوحة. حيث تمت هذه الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٣- ٢٠٠٤ حيث أجريت التجارب بمزرعة كلية الزراعة بجامعة الإسكندرية. زرع نبات القطيفة فى أرض ملحية موسمين متتالين (M_1,M_2) عولجت بذور النبات بجرعات من أشعة جاما قدرها ٥ ، ١٠ ، ١٥ و٢٠ كيلوراد. وبعد إنبات البذور المشععة لنبات القطيفة نقلت النباتات إلى أرض ملحية وأخرى غير ملحية (بيتموس) لدراسة تأثير أشعة جاما منفردة على النباتات التى نميت فى كلتا الحالتين، وكذلك دراسة التأثير المشترك لأشعة جاما والملوحة. وقد ركز البحث على دراسة الصفات التالية لكل نبات على حده: ارتفاع النبات ، عدد الأوراق ، عدد الأفرع الرئيسية، المحتوى الكلوروفيللى للأوراق، الوزن الجاف للأوراق، عدد النورات، الوزن الرطب والجاف للنورات، قطر النورة، التغيرات المورفولوجية، الطفرات وتركيز إنزيم البيروكسيديز فى نباتات القطيفة. ويمكن تلخيص أهم النتائج فيما يلى:

١- تأثير الملوحة على ارتفاع النبات بدا غير معنوى فى الجيل الثانى بينما كان تأثير أشعة جاما معنوياً على كل الصفات للجيلين الأول والثانى.

٢- لم يكن التأثير المشترك لأشعة جاما والملوحة علـــى بعــض الصـــفات معنوياً فى الجيل الأول مثل عدد الأفرع الرئيسية، الكلوروفيل، الــوزن الجاف للأزهار، وفى الجيل الثانى لم يكن معنوياً على عدد النـــورات، عدد الأفرع الرئيسية، عدد الأوراق، الوزن الجاف للأوراق ، ارتفـــاع النبات. كما قل ارتفاع النبات مع زيادة جرعات الإشعاع فـــى الجيلـــين الأول والثانى.

٣- قد ازداد عدد الأوراق ووزنها الجاف في الجيل الثانى عند ١٠ كيلوراد من أشعة جاما.

٤- عند ٥ كيلوراد زاد عدد الأوراق ووزنها الرطـــب، وعـــدد النـــورات ووزنها الجاف فى الجيل الأول، بينما زاد عدد النورات ووزنها الرطب فى الجيل الثانى.

٥- قد أدت الملوحة نقصاً فى كل الصفات المدروسة فى الجيل الأول ، عند ٢٠ ، ١٥ كيلوراد.

٦- تم الحصول على تغير فى لون النورة Shape abnormalities فـــى الجيل الأول وفى الجيل الثانى.

٧- قد أظهر إنزيم البيروكيسديز نشـــاطاً ملحوظـــاً عنـــد ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ كيلوراد فى الأرض الملحية وخاصة فى الجيل الثانى

ومن السرد السابق لنتائج أهم الدراسات والبحوث التى نفذت محليـــاً وعالمياً يتضح لنا أن تعريض النباتات وتعريض البذور للإشعاعات الذريـــة بكميات معلومة ومحدودة يؤدى إلى النتائج التالية:

١- الإسراع فى معدلات النمو.
٢- الإسراع فى معدلات التزهير.
٣- الإسراع فى تمام النضج وتكوين البذور.
٤- ظهور بعض الطفرات الوراثية الهامة.

الإشعاعات الذرية ومقاومة الآفات الزراعية:

فى الآونة الاخيرة اتجهت انظار العلماء والمهتمين بالزراعة إلى الحد من إستخدام المبيدات فى البيئات الزراعية لما تمثله هذه المبيدات من آثار سيئة على البيئة الزراعية. وقد عمد الباحثون إلى دراسة جميع التقنيات التى يمكن أن تساهم فى تقليل أعداد الآفات الزراعية سواء كانت آفات حشرية أو ميكروبية أو حشائش أو طيور أو قوارض مثل الجرذان وكان من بين هذه الطرق إستخدام البكتيريا والفطريات وكذلك الفورمونات والفيروسات فى مقاومة الآفات الزراعية ولقد أثبتت بعض هذه الطرق نجاحا فى عمليات المقاومة. هذا ولم تتوقف مسيرة البحث العلمى عند هذا الحد ولكن حاول بعض العلماء توظيف الإشعاعات الذرية لمقاومة الآفات الزراعية بعد أن ثبت أن إستخدام الكيماويات والمبيدات نتج عنه مشاكل كثيرة، ويمكن إيجاز هذه المشاكل فى الآتى:

١- التأثير السام على النباتات.
٢- التأثير السام على الإنسان والحيوان.
٣- تراكم المبيدات فى التربة ويكون لبعض تلك المبيدات تأثير سام على الكائنات الحية الدقيقة التى تمثل جزءاً حيوياً هاماً فى التربة وخاصة فى التفاعلات الحيوية الخاصة بتغذية النباتات.
٤- التأثير السام على الأعداء الحيوية وينعكس ذلك على اختلال التوازن الطبيعى بين الآفات الحشرية وأعدائها الحيوية.

٥- مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الكيماوية. إذ ينتج عن ذلك ظهور سلالات من الحشرات تكون أكثر مقاومة ويكون لها القدرة على احتمال فعل المبيدات وكان نتيجة ذلك زيادة الجرعات المستعملة من المبيدات بجانب تقصير فترات المكافحة والعلاج وعند فشل هذه المعاملات في القضاء على الآفات يتم استبدال المبيد المستعمل بمبيد آخر وهكذا ندور في حلقة مفرغة وتتراكم المشاكل البيئية في المناطق الزراعية.

ونتيجة لهذا اتجه العلماء إلى اتباع برامج وطرق مكافحة تجمع بين أكثر من طريقة لمقاومة ومكافحة الآفات الزراعية بكافة أنواعها والصفحات التالية توضح أهم التطبيقات الفعلية عن مدى إستخدام الإشعاعات الذرية في مقاومة الآفات الزراعية بكافة أنواعها.

أولاً: مقاومة الآفات الحشرية بإستخدام الإشعاعات الذرية:

أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أنه يمكن عن طريق النظائر المشعة والتي يمكن أن ندخلها في جسم الحشرة أو غيرها من الكائنات الضارة الأخرى أن نتتبع سلوك هذه الحشرات داخل التربة أو المتواجدة على سطح النبات أو على أجسام الحيوانات وبالتالي معرفة الأدوار المختلفة التي تمر بها هذه الحشرات حتى تفتك بالمحاصيل أو الحيوانات الزراعية والتي تقلل من إنتاج كل منها. ونتائج الدراسات التالية توضح أهمية الإشعاعات الذرية ليس فقط في دراسة سلوك الحشرات بل لمقاومة هذه الآفات.

فقد أوضح بسيوني (١٩٩٠) أنه يمكن القضاء على الأجيال القادمة من الحشرات وذلك عن طريق تشعيع مجموعة من الحشرات ذكور كانت أم

إناث وذلك حسب الغرض من الدراسة والتى تتزاوج مــع الأفــراد العاديــة منتجة بيضاً غير مخصباً لا يفقس وبالتالى القضاء على هذه الحشرات وبهذه الطريقة يمكنا القضاء على الكثير من أنواع الحشرات كالمن وذبابة الفاكهــة ودودة ورق القطن. وقد أشار فوده (١٩٩٨) إلى أن هذه التقنية إستخدمت فى مكافحة الكثير من الآفات الحشرية وذلك بعد أن ثبت نجاحها فــى مقاومــة الدودة الحلزونية فى جزيرة كوراساو بالولايات المتحــدة الأمريكيــة عــام ١٩٥٤.

وتعد هذه التقنية إحدى تقنيات المقاومة البيولوجية والتى يــتم فيهــا إطلاق أعداد كبيرة من الذباب العقيم الملون والذى سبق أن عومــل بأشــعة جاما الصادرة من النظير المشع لعنصر الكوبالت فى مناطق منعزلة أو شبه منعزلة بمعدل يتراوح من ١٠ - ٣٠ ضعفاً من عدد الذباب الذى يوجد فــى الطبيعة. حيث يتم تلاقح هذه الحشرات العقيمة مع مثيلاتها الموجــودة فــى الطبيعة وهذا بدوره يؤدى إلى إنتاج بيض غير مخصب وبالتالى لا يفقس هذا البيض.

كما أكد فوده (١٩٩٨) أن عمليات الإطلاق المتتابعة للحشرات العقيمة يؤدى إلى انخفاض عدد الحشرات التى تتواجد فى البيئة الزراعية تــدريجياً وبذلك يمكن القضاء عليها. وعموماً لنجاح هذه التقنية يستلزم إجراء العديــد من الدراسات المعملية والحقلية.

ويمكن تلخيص أهم الدراسات المعملية فى تربيــة الحشــرة معمليــاً بأعداد كبيرة وذلك بإستخدام البيئات الصناعية وذلك بهدف الحصول علــى الحشرات اللازمة والتى يمكن تعريضها للإشعاعات الذرية دون أن يحــدث

أى تأثير على الكفاءة الحيوية لذكور الذباب والمتمثلة فى قدرتها على الطيران ومنافسة الذكور الموجودة فى البيئة الزراعية على تلقيح الإناث.

كما يمكن تلخيص أهم الدراسات الحقلية فى تتبع النشاط الموسمى للحشرة على مدار السنة ومدى قدرتها على الطيران وتقدير كثافتها العددية بمنطقة الإطلاق وأيضا دراسة العوائل النباتية التى تعيش عليها الحشرة على مدار السنة.

وقد أوضح فوده (١٩٩٨) بعض الدراسات التى إستخدمت فيها هذه التقنية فى مكافحة ذبابة فاكهة البحر المتوسط والتى تم تطبيقها بمنطقة القناطر الخيرية بجمهورية مصر العربية وذلك لمدة عامين متتالين (٧٠ / ١٩٧١) حيث تم توزيع ١٥ مليون عذراء عقيمة. وقد كان لإستخدام هذه الطريقة أثر واضح فى انخفاض نسبة الإصابة بهذه الآفة فى ثمار الخوخ بمنطقة الدراسة. وعند مقارنة نسب الإصابة فى كل من الحدائق المعاملة وغير المعاملة فكانت ٢,٦% بعد توزيع وإطلاق الحشرات العقيمة لمدة ١٨ شهراً بينما وصلت نسبة الإصابة فى ثمار الخوخ بالحدائق غير المعاملة من ٧٥ - ٨٠%. كما أجريت دراسة أخرى بمحافظة الفيوم فى الفترة من ١٩٧٤ - ١٩٧٧ حيث تمت الدراسة على مساحة ثلاثة آلاف فدان، وزع فيها حوالى خمسين مليون عذراء عقيمة وكانت نتيجة الدراسة انخفاض نسبة الإصابة على ثمار المشمش فى الحدائق المعاملة حيث بلغت ٢,١% بينما بلغت نسبة الإصابة فى الحدائق غير المعاملة ٣٦%. كما انخفضت نسبة الإصابة فى البرتقال أبو سرة حيث بلغت ٠,٥% فى المناطق المعاملة.

تأثير أشعة جاما على حشرة خنفساء البقول:

درس Fam and Ahmed (1984) مدى تأثير أشعة جاما على آفة خنفساء البقول حيث كان الهدف من الدراسة هو محاولة إيجاد وسيلة فعالـــة لمقاومة هذه الآفة دون إستخدام المبيدات ولذا اقترح لهذا الغــرض تجربـــة استخدام أشعة جاما كوسيلة فعالة للمقاومة. وقد أخذت حشرات التجارب من السلالات المرباة فى المعمل على بذور الفول على درجة حرارة ٣٠ درجـــة مئوية ودرجة رطوبة نسبية ٧٠% وكانت الأطوار المختبرة فى هذه الدراسة هى : البيض عمر يوم ، وثلاثة أيام ، واليرقات عمر أسبوع وأســبوعين ، والعذارى فى عمر ثلاثة أيام والحشرات الكاملة عمر يومين.

وقد أوضحت النتائج الآتى:

١- أن البيض عمر يوم وثلاثة أيام لم يستطيع تكملة دورة الحياة عند معاملته بجرعة قدرها ١,٥ كيلو راد.

٢- كانت إناث الحشرات الناتجة من يرقــات عمــر أســبوع وأســبوعين والمعاملة بجرعة قدرها ٣ كيلو راد عقيمة تماماً.

٣ - لم يحدث فقس للبيض الموضوع بواسطة إناث الحشرات الناتجـــة مــن عذارى معاملة بجرعة قدرها ٦ كيلو راد فأكثر.

٤- تسببت جرعة قدرها ٢ كيلو راد فى إحداث عقم تام للحشرات البالغة.

٥ - من النتائج السابقة يمكن النصح بإستخدام جرعة قــدرها ٦ كيلــو راد لمقاومة حشرة خنفساء البقول.

إستخدام الإشعاع فى مقاومة آفات المخازن:

أوضح محجوب (٢٠٠٥) أن وجود حشرات كاملة عقيمة يؤدى إلى نقص متتالى فى أعداد الحشرات. وقد ثبت أن تعرض الحشرات بجرعــات من أشعة جاما أو الأشعة السينية يؤدى إلى عقمها وعلى الرغم من ذلك فــلا

يوصى باتباع هذه التقنية فى المخازن إذ أن وجـود الحشـرات معنـاه أن الحبوب مصابة مما يقلل من فرصة الاتجار فيها بين الـدول، إذ لا يمكـن التمييز بين الحشرات الخصبة والحشرات العقيمة. وقـد أوضـحت نتـائج البحوث الحديثة التى أجريت بقسم آفات الحبوب والمواد المخزونـة بمعهـد وقاية النبات التابع لمركز البحوث الزراعية أنه أمكن إستخدام شعاع الليـزر بنجاح فى مكافحة خنفساء الصعيد وخنفساء الدقيق الصدئية إذ سبب شـعاع الليزر تشوهات كثيرة فى أغلب أطوار هاتين الحشرتين حتى طور البـيض الذى حدثت داخله تشوهات مما كان له أثر فعال فى مقاومة هاتين الحشرتين.

دراسة تأثير مبيدات الحشائش بإستخدام الإشعاعات الذرية:

درس كل من Khalil and Corbin (1997) مصير مبيد الحشائش لاكتوفين ذو الكربون المشع (C^{14}) فى كل من نبات القطن وفـول الصـويا وحشيشتى ست الحسن وأذن الفيل. حيث تم إضافة مبيد الحشائش لاكتـوفين والذى يتبع المجموعة الايثيرية ثنائية الفينول بتركيز ١ جزء فـى المليـون للمحلول المغذى الذى إستخدم لهذه النباتات.

وقد أوضحت النتائج ما يلى:

١- بعد ٨ أيام من المعاملة حدث تثبيط لنمو نبات القطن وفـول الصـويا وحشيشة ست الحسن وأذن الفيل بمقدار ٢١ ، ٢٥ ، ٥٢ و ٨٥% على التوالى.

٢- امتص كل من نبات القطن وفول الصويا وحشيشة ست الحسـن وأذن الفيل نسبة ٣٧ ، ٦١ ، ٢٦ ، ١٣% على التوالى من قيمـة الكربـون المشع الكلى المضاف (٣,٧ KGy) بعد ٨ أيام من المعاملة.

٣- كان هناك انتقال محدود للكربون المشع (C^{14}) من الجذور إلى الأفرع الهوائية فى كل من نبات القطن وفول الصويا والذى قدر بحوالى ٠,١% ولكن بلغت نسبة هذا الانتقال نسبة ٢ ، ٦% فى كل من حشيشتى ست الحسن وأذن الفيل على التوالى.

٤- تم تكسير مبيد الحشائش لاكتوفين إلى مبيد الحشائش أسيفلورفين فى الأفرع الهوائية لكل من حشيشتى ست الحسن وأذن الفيل مما تسبب فى حدوث التأثير السام للنباتات بعد ٨ أيام من المعاملة.

ومن النتائج السابقة يتضح أن اختلاف معدل انتقال وكذلك التحولات الأيضية لهذا المبيد فى كل من نباتات القطن وفول الصويا ذات الانتقال المحدود للكربون المشع مقارنة بحشيشتى ست الحسن وأذن الفيل ربما يفسر التأثير السام الاختيارى لمبيد الحشائش لاكتوفين على تلك النباتات. ومن ثم يبدو أن العامل الأساسى المتعلق بنشاط مبيد اللاكتوفين هو تكسيره إلى مبيد حشائش آخر وهو مبيد أسيفلورفين وذلك فى النباتات الحساسة مثل نبات ست الحسن وأذن الفيل. ويتضح من ذلك أنه بفضل إستخدام الكربون المشع أمكن الوصول إلى تفهم كامل لعمليات الانتقال والتكسير لمبيد اللاكتوفين ومدى سمية مبيد الأسيفلورفين على نباتات الحشائش التى أستخدمت فى هذه الدراسة.

الباب الرابع

الإشعاعات الذرية والإنتاج الحيوانى

- الإشعاعات تسبب القضاء على الذباب الحلزونى
- الإشعاعات الذرية والتعرف على العناصر النادرة
- الزنك وعلاج الضعف العام فىالجاموس
- الكوبالت وعمليات التمثيل الغذائى فى الأبقار والأغنام
- أهمية عنصر السيلينيوم للحيوانات الزراعية
- النظائر المشعة وعلاج الأمراض الجلدية
- الإسترانشيوم المشع وعلاج أمراض العيون
- اليود المشبع لتتبع أقلمة الحيوانات الزراعية
- النظائر المشعة وتتبع معدلات النمو.
- العناصر المشعة وتحديد الفيتامينات الهامة
- الإشعاعات الذرية وتتبع الخطوات الفسيولوجية
- الإشعاعات الذرية والحقائق العلمية فى تغذية الدواجن
- تأثير التشعيع على حفظ الدواجن المبردة
- تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للأسماك

الباب الرابع

الإشعاعات الذرية والإنتاج الحيوانى

يعتبر الإنتاج الحيوانى الجناح الثانى للإنتاج الزراعى، إذ ينظر إلى الإنتاج النباتى على أنه الجناح الأول، ومما سبق عرضه فى الباب الثالث من هذا الإصدار نكون قد تعرفنا على الأثار الفعالة والجهود الجبارة التى بذلت لزيادة الإنتاج النباتى عن طريق استعمال النظائر المشعة فى مختلف أنواع الإنتاج النباتى. وفى هذا الباب سوف نلقى الضوء على أهم الدراسات والبحوث التى نفذت بإستخدام النظائر المشعة بغرض زيادة الإنتاج الحيوانى.

حيث أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث أن حيوانات المزرعة كثيراً ما تتعرض إلى مختلف الآفات التى تسبب لها العديد من المشاكل والتى تؤدى فى كثير من الأحايين إلى انخفاض فى كفاءة نمو هذه الحيوانات، وقد أمكن عن طريق إستخدام الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة تتبع أطوار هذه الآفات والحشرات وكذلك الأمراض التى تنشأ عنها داخل أجسام الحيوانات. وبذلك يمكن تحديد ودراسة أضعف هذه الأطوار من ناحية المقاومة وذلك بهدف القضاء علي مسببات هذه الأمراض. وقد تم بهذه الوسيلة توفير مبالغ كبيرة بسبب إنقاذ أعداد غفيرة من الحيوانات والتى كانت تذهب ضحية الإصابة ببعض الأمراض التى لم يكن تاريخ ودورة حياتها داخل جسم الحيوان معروفاً معرفة واضحة ودقيقة.

ومن المعروف علمياً أن هناك أنواعاً محددة من الحشـــرات تســـبب انتشار العديد من الأمراض لبعض أنـــواع الحيوانـــات الزراعيـــة كـــالبقر والجاموس وكذلك الماعز والأغنام. وبفضل الأبحاث التى تمـــت فـــى هـــذا المجال أمكن إستخدام أشعة جاما الناتجة والصادرة عن بعض النظائر المشعة فى مكافحة هذه الحشرات وهذا بدوره أدى إلى انخفاض معدلات انتشار تلك الأمراض وبالتالى تم وقاية الحيوانات الزراعية من العديد من الأمراض.

الإشعاعات تسبب القضاء على الذباب الحلزونى:

ومن الأمور الهامة فى هذا الشأن التعاون البحثى والعلمى الذى تـــم بين الباحثين بوزارة الزراعة الأمريكية وبين الباحثين الهولنديين فى جزيرة كورسا فى البحر الكاريبى وذلك بشأن القضاء على بعـــض أنـــواع الـــذباب والذى يطلق عليه اسم الذباب الحلزونى والذى كان يسبب نفوق الكثير مـــن أنواع المواشى فى تلك المنطقة.

وكان نهجهم فى ذلك أنهم بعد عمل الدراسات الخاصة بدورة حيـــاة هذا النوع من الذباب. أتضح لهم أن هذا الذباب لا يتزاوج سوى مرة واحدة فى العام. وقد وظفت هذه المعلومة بأنه لو تم جمع ذكور هـــذه الحشـــرات وعرضت للأشعة جاما فأنه سوف تصاب بالعقم وبذلك لا تتمكن من إخصاب الإناث وبالتالى فمهما وضعت إناث هذه الحشرات من بيض ومهما نتج عن هذا البيض من يرقات فإنها لن تتكاثر.

وبهذا الأسلوب أمكن القضاء تدريجياً على هذا النوع مـــن الـــذباب وبالتالى تم تجنب وتفادى الإصابة بهذا الذباب وكذلك تفادى ما تنقلـــه هـــذه الحشرات من أمراض إلى الحيوانات الزراعية.

الإشعاعات الذرية والتعرف على العناصر النادرة:

ومن بين أهم الموضوعات العلمية والطبية التى أدت إليها دراسات الإشعاعات الذرية الصادرة عن النظائر المشعة ما أوضحته نتائج البحوث الحديثة بأن هناك عدداً من العناصر والتى تعرف بالعناصر النادرة وقد أطلق عليها هذه التسمية لأنها توجد فى أنسجة الحيوانات بكميات ضئيلة جداً. وعلى الرغم من ذلك فهى تلعب دوراً بارزاً جداً فى حياة الحيوانات الزراعية. وقد ثبت علمياً أن عدم وجودها فى أنسجة تلك الحيوانات يعرضها للكثير من الأمراض ومن بين أهم هذه العناصر البورون والنحاس والكوبالت والزنك والرصاص واليود والسيلينيوم وبعض العناصر الأخرى.

الزنك وعلاج الضعف العام فى الجاموس:

وعن أهم التأثيرات الناجمة عن اعطاء عنصر الزنك فى علاج الضعف العام فى العجول الجاموسى فقد أوضح Awad *et al.* (1984) أنه عادة تصل العجول الجاموسى فى حالة ضعف عام لمحطات التنشئة وقد ينقص وزنها عن المعدل الطبيعى ولذا لزم دراسة مدى تجاوب مثل هذه العجول للعوامل المنشطة للنمو، حيث اعطت مجاميع متقاربة فى أوزانها ومعدلات نموها على التوالى العلاجات التالية:

مجموعة أ - ٠,٤ جرام من سلفات الزنك أسبوعياً لمدة أسابيع متتالية.

مجموعة ب - ٠,٤ جرام من سلفات الزنك لمدة ثلاث أسابيع متتالية و ٤ جرام من زيت كبد الحوت لمدة ثلاثة أسابيع.

مجموعة جـ - ٤ جرام من زيت كبد الحوت لمدة ثلاثة أسابيع.

مجموعة د - تركت كمجموعة ضابطة (كنترول).

وقد أوضحت نتائج هذا البحث أن العلاج بسلفات الزنك نجم عنه زيادة ملحوظة فى النمو. وقد وصلت معدلات النمو اليومية فى المجموعات أ ، ب و جـ إلى ٠,٧٢٠ ، ٠,٦٧٠ و ٠,٤٤٠ كجم لكل مائة كجم على الترتيب فى حين أن المجموعة الضابطة بقيت كما هى ٠,٣٠٠ كجم. وقد اصطحبت هذه الزيادات بارتفاع ملموس فى الدهنيات الكلية بالسيرم. كما لم تتأثر المؤشرات البيوكيماوية بالسيرم التى تدل على اضطراب وظائف الكبد وتغير صورة بروتين السيرم. ونجاح العلاج بسلفات الزنك فى مقاومة الضعف العام بالعجول الجاموسى يعتبر علاجاً اقتصادياً حيث أمكن زيادة وزن العجل الواحد وزن ١٠٠ كجم بمقدار ٥٠٠ جرام يومياً وذلك باعطاء ١,٥ جرام من سلفات الزنك مقسمة على ثلاث مجموعات خلال أسابيع متتالية.

الكوبالت وعمليات التمثيل الغذائى فى الأبقار والأغنام والماعز:

فقد ثبت علمياً أيضا أن نقص عنصر الكوبالت يعوق عملية التمثيل الغذائى فى كل من الأبقار والأغنام والماعز. ويسبب لهذه الأنواع الحيوانية نوعاً محدداً من الأمراض يطلق عليه مرض التابس. ونظراً لضآلة الكميات التى تحتاج إليها مثل هذه الحيوانات فأنه يصعب تتبعها فى أنسجتها بالطرق التقليدية ولذا ظهرت أهمية النظائر المشعة فى مثل هذه الدراسات والتى أمكن عن طريق الإشعاعات الصادرة منها تتبع ودراسة أثر هذه العناصر على مختلف النواحى الفسيولوجية والحيوية داخل الأنسجة الحيوانية.

أهمية عنصر السيلينيوم على الحيوانات الزراعية:

كما أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن نقص أو زيادة عنصر السيلينيوم لها تأثيرات هامة على الحيوانات الزراعية فقد أوضح

محمد (٢٠٠٠) أن تركيز هذا العنصر يتراوح بين ٠,٣ - ١,٣ فى الأراضى المصرية، ويوجد عنصر السيلينيوم فى كثير من الحبوب مثل القمح والشعير والذرة والبرسيم الأخضر.

كما أوضح محمد (٢٠٠٠) أن هذا العنصر يتركز وجوده فى جسم الحيوان فى خلايا الكبد والكلى والعضلات أكثر من تركيزه فى الأنسجة والخلايا العصبية. وهو له دور بارز فى المحافظة على جدار الخلية من التأكسد وأيضا له دور فعال فى تكوين بعض الإنزيمات الهامة داخل الخلية مثل إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيديز، لذا فأن نقصه فى غذاء الحيوان يتسبب فى التأثير على جميع خلايا الجسم وخاصة الخلايا التى تكون أنسجة القوائم الخلفية للحيوانات وعضلة القلب وخلايا الكبد وكذلك الغدة النخامية.

وقد أكد محمد (٢٠٠٠) على أن نقص هذا العنصر يسبب مرض العضلة البيضاء فى صغار الأغنام وأيضا مرض تحطم العضلات فى صغار الأبقار والجاموس وبالتالى كثرة عدد الوفيات فى الحيوانات حديثة الولادة، ولذا نفذت العديد من الدراسات والبحوث لتوضيح مدى أهمية هذا العنصر فى تغذية حيوانات المزرعة والتى يمكن تلخيص أهم نتائجها فى الآتى:

١- أدى حقن العجول بعنصر السيلينيوم إلى وجود تحسن واضح فى أوزان العجول وذلك عند مقارنتها بمثيلاتها التى لم تحقن.

٢- وجد أن لعنصر السيلينيوم المحقون تأثيراً إيجابياً على مستوى هرمونات النمو فى الدم والمتمثلة فى هرمون النمو، هرمون البرولاكتين والهرمون الحاث للغدة الدرقية وأيضا على مستوى الكالسيوم الحر والكوليسترول الحر.

٣- ثبت أن للسيلينيوم دور هام فى سهولة امتصاص عنصر الكالسيوم الحر عن طريق الأمعاء الدقيقة.

٤- ثبت أن لعنصر السيلينيوم أدوار فعالة على إنزيمات العضلات وكـــذلك على كفاءة الكبد والكلى هذا بالإضافة إلى دوره فى زيادة مناعة الجســـم وكذلك حالات خمول المبايض التى تمت دراستها وأوضـــحت النتـــائج سرعة استجابة هذه الحيوانات للعلاج بعد حقنها بعنصر السيلينيوم مـــع فيتامين هـــ.

٥- لعنصر السيلينيوم دور هام فى رفع الكفاءة التناسلية للذكور الحيوانيـــة التى تعانى ضعف الخواص الطبيعية للسائل المنوى. حيث أثبتت النتائج أن هناك تحسناً واضحاً فى الصفات الطبيعية للسائل المنـــوى، فقـــد زاد تركيز الحيوانات المنوية من ٤٩٦ إلى ٨١٧ مليون حيوان منوى / سم^{٣}. كما أن هناك زيادة معنوية فى نسبة الحركة الفردية للحيوانات المنويـــة من ٣٨ إلى ٦٠% وأيضا نسبة الحيوانات الحية من ٤٥ إلى ٦٦% مع نقص واضح فى نسبة عدد الحيوانات المنوية الغير طبيعية من ٤,٣ إلى ٣,٩%.

٦- بعمل التحليلات المعملية لعينات السائل المنوى ودم الطلائق التى حقنت بمادة سيلينيت الصوديوم تبين مدى التأثير الإيجابى لعنصر الســـيلينيوم على هرمون التستوستيرون وأيضا على مستوى بعض العناصر النادرة مثل النحاس والزنك ومستوى الإنزيمات والدهون ومســـتوى البـــروتين وأجزاءه المختلفة.

وعن معدل أداء النمو ومستوى الهرمونات للعجول المولودة بعد حقن أمهاتها بعنصر السيلينيوم قبل الولادة قام Youssef *et al.*(2000) بـــإجراء

الدراسة على عشر أبقار فريزيان فى المرحلة الأخيرة من الحمل بحقنها فى العضل بمائة ملليجرام سيلينيوم على هيئة صوديوم سيلينيت، مقسمة على جرعتين بفاصل أسبوع بينهما. فى حين كان هناك سبع أبقار تحت نفس الظروف تركت بدون حقن كمجموعة ضابطة. تم تسجيل أوزان العجول المولودة عند الولادة وأسبوعياً حتى الأسبوع الخامس عشر بعد الولادة. وتم أخذ عينات دم فى الأيام ١، ١٠، ٢٠، ٣٠و٤٠ بعد الولادة لقياس الهرمونات. وقد أثبتت النتائج الآتى:

١- أن هناك تحسناً واضحاً فى أوزان العجول بزيادة قدرها ١٠,٧ كجم عن مثيلاتها فى المجموعة الضابطة فى نهاية التجربة (١٥ أسبوعاً) وأيضا زيادة فى معدل النمو بمتوسط قدرة ١٣,٧٤% فارتفع معنوياً المتوسط العام فى الأسبوع للزيادة المكتسبة فى الوزن (٤,٢٤ بالمقارنة مع ٣,٦٤ كجم فى المجموعة الضابطة) ولمعدل النمو أيضا (٨,٤٢ بالمقارنة مع ٧,٨٤% فى المجموعة الضابطة).

٢- هناك أيضا زيادة معنوية فى الهرمونات المتعلقة بالنمو فى دم العجول المولدة، هرمونات النمو (الكلى والحر والمرتبط بالبروتين) وهرمون البرولاكتين (الكلى والمرتبط بالبروتين) والهرمون الحاث للغدة الدرقية. وذلك فى اليوم الأول بعد الولادة. وقد أستمر هذا التأثير الإيجابى على هرمون النمو الحاث للغدة الدرقية حتى اليوم الأربعين بعد الولادة.

النظائر المشعة وعلاج الأمراض الجلدية:

وقد أوضحت نتائج البحوث والدراسات الحديثة أن هناك عدداً من النظائر المشعة كالذهب المشع والفوسفور المشع واليود المشع وأيضا الصوديوم المشع وهذه النظائر تستخدم فى علاج الكثير من أنواع الأمراض

التى تتعرض لها الحيوانات الزراعية. فقد ثبت علمياً أن بعض هذه النظائر عندما تتحل ينطلق منها أشعة بيتا، وهذه الأشعة عندما يمتصها جلد الحيوان فأنها تساعد على شفاء كثير من الأمراض الجلدية والسطحية التى تصيب الحيوانات الزراعية.

ويتم علاج الأمراض الجلدية وذلك بتحضير بعض الأطباق من البلاستيك التى تحتوى على النظير المشع الذى يستخدم فى العلاج أو بغمس قطع من القماش القطنى فى محلول مائى لأحد أملاح النظير المشع ثم يتم تجفيفها وتغلف بقطع رقيقة من السيلوفان وتوضع على الأجزاء المصابة. ولقد ثبت أن لهذه العملية أثر فعال فى القضاء على الكثير من الأمراض السطحية والجلدية فى كل من الإنسان والحيوان.

الأسترانشيوم المشع وعلاج أمراض العيون:

وفى مجال أمراض العيون إستخدم النظير المشع لعنصر الأسترانشيوم والذى يبلغ وزنه الذرى ٩٠ فى علاج العديد من أمراض العيون. وأيضا إستخدم نفس النظير المشع فى علاج بعض الأمراض الجلدية التى تتعرض لها بعض الحيوانات الزراعية.

اليود المشع لتتبع أقلمة الحيوانات الزراعية:

ومن الأبحاث التطبيقية التى استعملت فيها النظائر المشعة بحثاً كان الهدف منه مدى تيسير أقلمة الحيوانات الزراعية وبالتالى تيسير تصديرها أو إستيرادها من الدول المختلفة. فمن المعروف علمياً أن هناك بعض الحيوانات الزراعية لا يمكنها تحمل درجات معينة من الحرارة أو درجات معينة من الرطوبة. وعلى ذلك أخذ منفذى هذا البحث التنقيب والبحث عن طريقة يمكن بها اختبار مدى وقوة مقاومة بعض الحيوانات الزراعية لدرجات الحرارة أو

الرطوبة العالية، وذلك بهدف انتخاب ما يناسب منها أجواء منـــاطق محـــددة فيتم العمل على إكثارها وانتخاب الأفراد التى يمكن أن تتوالد بنجاح فى تلك المناطق بالذات.

وقد أتبعت فى هذا البحث طريقة مبسطة إستخدم فيها اليـــود المشـــع حيث أن المعروف علمياً أن الغدة الدرقية فى جسم الحيوان هى التى تقـــوم بامتصاص اليود. وتعتبر الغدة الدرقية هى الجهاز الأساســـى فـــى الجســـم والمختص بتعديل درجات الحرارة فيه.

ولمعرفة مدى مقاومة بعض أنواع الحيوانات الزراعيـــة لـــدرجات الحرارة العالية فأن هذه الحيوانات تحقن بكميات ضئيلة من اليود المشع ثـــم يتم تعريضها إلى درجات مختلفة من الحرارة، ثم يتم قياس ما امتصته هـــذه الحيوانات من اليود المشع وذلك بواسطة تعريض غددها الدرقية لجهاز عداد جيجر الخاص بعد الإشعاعات الذرية والتى تنطلق من اليود المشع.

ولقد تبين من نتائج هذا البحث أنه كلما كان نشاط الغدة الدرقية أقـــل أى كلما كان امتصاص الغدة الدرقية لليود المشع أقل كلما كانـــت مقاومتهـــا للحرارة أكبر والعكس صحيح. وبهذه التقنية يمكن اختيار الحيوانات الزراعية التى تمتلك مقاومة كبيرة لدرجات الحرارة العالية وذلك حال ما إذا أردنا أن نصدر حيوانات مثلا إلى منطقة درجة حرارتها أعلى.

النظائر المشعة وتتبع معدلات النمو:

وفى مجال زيادة الإنتاج الحيوانى تمـــت العديـــد مـــن الدراســـات والبحوث والتى إستخدمت فيها الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة فـــى مجال تغذية الحيوانات الزراعية ومعرفة مدى تأثيرات التغذية المختلفة على

معدلات النمو وكيفية تمثيل الغذاء فى جسم الحيوان والمدة التى تمكثها أيـة مادة غذائية من تناول الحيوان لها حتى تصبح ممثلة فى أى جزء من جسمه.

فقد أمكن بفضل إستخدام الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة من التوصل إلى معرفة العناصر الضرورية لغذاء مختلـف أنـواع الحيوانـات الزراعية. وقد أمكن أيضاً تحديد ما تحتاج إليه هذه الأنواع الحيوانيـة مـن العناصر المعدنية، وقد أمكن بإستخدام الكبريت المشـع إثبـات أن عنصـر الكبريت يعتبر من أهم العنـاصر التى يجب إضافتها إلى علائق الحيوانـات الزراعية وذلك لدخوله فى تركيب البروتين الطبيعـى. كمـا يلـزم وجـود الكبريت لتكوين البروتين الميكروبى فى كرش الحيوان بمعدل جيد، وأشـهر مصادر الكبريت المضافة هى الكبريت المسحوق أو كبريتات الصوديوم. وقد أوضحت نتائج الدراسات البحوث الحديثة أن الأغنام تحتـاج إلى كمـية من عنصر الكبريت أكبر من تلك التى تحتاجها الماشية كما تحتاج الحيوانات فى أعمارها الصغيرة إلى كمية أكبر من مثيلاتها البالغة.

العناصر المشعة وتحديد الفيتامينات الهامة:

وقد أمكن عن طريق إستخدام النظائر المشعة تحديد الفيتامينات التى تحتاج إليها الأنواع الحيوانية. وبإستخدام نتائج البحوث فى هذا المجال أمكن توفير الكثير من نفقات تغذية الأنواع الحيوانية وكذلك الاستفادة الكاملة مـن المخلفات الزراعية خاصة بعد إضافة بدائل البروتين إليها والمتمثلة فى حقن الأمونيا أو إستخدام اليوريا بنسب محددة وتحويلها من مخلفات تقليدية إلـى مخلفات زراعية غير تقليدية وبذلك تصبح ذات قيمة غذائية عاليـة خاصـة للحيوانات المجترة.

الإشعاعات الذرية وتتبع الخطوات الفسيولوجية:

وقد كان للإشعاعات الذرية أهمية كبيرة فى دراسة وتتبع الخطوات الفسيولوجية المختلفة فى أجسام الحيوانات الزراعية وكذلك تتبع العمليات الدقيقة التى يتم بها التمثيل الغذائى وتحديد أنسب الأوقات التى يمكن أن يقدم فيها الغذاء لمختلف الأنواع الحيوانية، وكذلك تحديد أى الفترات فى عمر الحيوان التى تشتد فيها معدلات نموه ويزداد إقباله على مواد الأعلاف المقدمة له حتى يتسنى الاستفادة بذلك من الحصول على الكميات الإقتصادية من اللحوم والألبان والأصواف والبيض وسائر المنتجات الحيوانية. كذلك بإستخدام الإشعاعات الذرية يمكن تتبع تمثيل المواد الغذائية فى الأعضاء المختلفة وكذلك معرفة السرعة التى يتم بها انتقال المادة الغذائية إلى الدم ووصولها إلى الأعضاء المختلفة حيث يتم تغذية الحيوانات التى تحت الدراسة على أغذية تحتوى عناصر معينة ذات نشاط إشعاعى. وهذه العناصر المشعة تفصح عن نفسها وذلك من خلال ما تصدره من إشعاعات ذرية يمكن عن طريقها أن نتعرف بيسر على العضو الذى وصلت إليه من جسم الحيوان وذلك باستعمال أجهزة العدادات الذرية والتى سبق الإشارة إليها فى الباب الأول من هذا الإصدار.

ولقد أدى إستخدام هذه الطرق إلى إثبات أن الأغذية التى يتناولها الحيوان تستعمل أولاً فى بناء أنسجة الجسم ، بينما تتحل المواد الأصلية التى كانت تتكون منها الأنسجة السابقة وتستعمل فى إنتاج الطاقة الحرارية اللازمة للعضو. وبذلك رفضت النظرية القديمة التى كانت تفترض أن المواد التى تبنى الأنسجة تبقى فى العضو مدة طويلة. كذلك من الحقائق العلمية التى تم التوصل إليها نتيجة استعمال الإشعاعات الذرية هى أن نصف بروتين الكبد يتجدد فى مدى ثمانية أيام من الأغذية الجديدة التى يمتصها العضو نفسه وهذا

ينطبق أيضا على العضلات والمواد الدهنية فأنه تبنى من جديد. وقد ثبت أن العظام لا تبقى بدون تغيير. فقد ثبت علمياً أن الفوسفور المشع يتجه في مجموعه إلى العظام تقريباً ومن هذا يتبن أن الفوسفور الذى يعتبر أحد المكونات الرئيسية للهيكل العظمى يستبدل بفوسفور جديد باستمرار.

وقد أدى إستخدام الكربون المشع فى بعض المواد العلفية المقدمة للأنواع الحيوانية المختلفة إلى معرفة أى الأغذية أو الأعلاف الأسرع تمثيلاً في جسم كل نوع من الحيوانات وذلك بتتبع الإشعاعات الصادرة من ذرة الكربون المشع ووصولاً إلى ثانى أكسيد الكربون الخارج من جسم الحيوان على هيئة زفير وبذلك أمكن الوصول إلى تحديد أسرع المواد تمثيلاً فى جسم الحيوان.

الاشعاعات الذرية والحقائق العلمية فى تغذية الدواجن:

وقد أوضحت دراسات الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة والتى نفذت فى مجال تغذية الدواجن الحقائق العلمية التالية:

أولاً: عنصر الكالسيوم:

يضاف عنصر الكالسيوم إلى علائق الكتاكيت بنسبة ١% ويضاف فى علائق البدارى بنسبة ٠,٥% أما عليقة الدجاج البياض فيضاف إليها عنصر الكالسيوم بنسبة تتراوح من ٢,٧٥ - ٣,٥ ويتوقف ذلك على طبيعة الإنتاج. وتجدر الإشارة هنا إلى أن احتياج الكتاكيت من هذا العنصر هو ١% فقط من العليقة وذلك لأن الكتكوت يكون فى مرحلة بناء هيكله العظمى. أما فى علائق البدارى فأنه يكتفى بعلائق تحتوى على ٠,٥% من عنصر الكالسيوم حيث أن الطائر فى هذه المرحلة يكون قد أنتهى من بناء هيكله العظمى. ويحتاج الطائر فى هذه المرحلة الكالسيوم لاتمام العمليات

الفسيولوجية بجسمه. أما بالنسبة للدجاج المنتج للبيض فقد ثبت أن احتياجه لعنصر الكالسيوم يكون بغرض تكوين قشرة البيض وأنه كلما زاد إنتاج الطائر من البيض كلما زاد احتياجه لعنصر الكالسيوم.

وقد أوضحت نتائج البحوث فى هذا المجال بأن كل بيضة تسحب من جسم الطائر حوالى ٤ - ٦ جرام من عنصر الكالسيوم. كما أثبتت نتائج البحوث أنه خلال فصل الصيف يزداد احتياج الطائر لعنصر الكالسيوم ويعزى السبب فى ذلك إلى قلة استهلاك الطائر من العليقة. كما أن الطائر الذى يربى فى البطاريات يحتاج إلى نسبة عالية من عنصر الكالسيوم ويعزى السبب فى ذلك إلى أن الطائر الذى يربى على الأرض يجد فيها مصادر أخرى من عنصر الكالسيوم.

ثانياً: عنصر الفوسفور:

تحتوى العلائق المثلى للكتاكيت على فوسفور كلى بنسبة ٠,٦% وتحتوى علائق البدارى على ٠,٤% وعلائق الدجاج البياض على ٠,٥%. هذا وقد ثبت من خلال دراسات الفوسفور المشع (P^{32}) أن المواد الغذائية التى تقدم للطيور تحتوى على أجزاء لا يمكن هضمها والمتمثلة فى مادة الفيتين ولذا فأن الطائر يحتاج إلى نسب من الفوسفور المهضوم فى حدود ٠,٤٥% فى عليقة الكتاكيت ، ٠,٣٥% فى عليقة البدارى و ٠,٣% فى علائق الدجاج البياض.

ثالثاً: ملح كلوريد الصوديوم:

بإستخدام الصوديوم المشع أمكن تحديد الكميات التى يحتاج إليها الطائر من ملح كلوريد الصوديوم. فأوصت بعض الدراسات بأن يضاف هذا الملح بنسبة تتراوح بين ٠,٢ - ٠,٥% وبذلك نوفر احتياج الطيور من عنصر الصوديوم الذى يجب أن تتراوح نسبته فى العلائق بين ٠,١ -

٠,١٢% للكتاكيت والبدارى والدجاج البياض. وتجدر الإشارة هنا إلى أن العلائق التى تقدم للطيور يجب أن تتراوح بها نسبة الكلورين بين ٠,٠٦ - ٠,٠٨%. هذا وقد أوصت بعض الدراسات والبحوث الحديثة أنه عند إستخدام بعض أنواع مساحيق الأسماك التى تحتوى على نسب مرتفعة من ملح كلوريد الصوديوم قد تزيد عن ٥% يجب مراعاة حساب الكمية الكلية من ملح كلوريد الصوديوم الداخلة فى تركيب مسحوق السمك وخصم هذه الكمية من احتياج الطيور للملح. ويوصى بعدم إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى العلائق التى تحتوى على مسحوق السمك بنسبة تتراوح بين ٥ - ٧%.

رابعاً: عنصر البوتاسيوم:

بإستخدام البوتاسيوم المشع أمكن تحديد الكميات التى يحتاج إليها الطائر من عنصر البوتاسيوم. وقد أثبتت نتائج الدراسات والبحوث أن الكتاكيت تحتاج إلى علائق تحتوى على ٠,٢% من عنصر البوتاسيوم وتحتاج البدارى إلى علائق تحتوى على نسبة ٠,١٦% والدجاج البياض يحتاج إلى ٠,١% من عنصر البوتاسيوم. وعادة لا يضاف هذا العنصر ويعزى السبب فى ذلك إلى احتواء معظم العلائق التى تقدم للطيور على هذه النسب.

خامساً: عنصر المنجنيز:

أوضحت نتائج البحوث والدراسات أنه يجب أن يضاف عنصر المنجنيز إلى علائق الكتاكيت والبدارى بمعدل يتراوح بين ٥٠ - ٦٠ جرام / طن، أما علائق الدجاج المنتج لبيض الأكل يجب أن يضاف إليها المنجنيز بمعدل يتراوح بين ٣٠ - ٤٠ جرام / طن. أما علائق الدجاج المنتج لبيض التفريخ فيجب أن يضاف إليها عنصر المنجنيز بمعدل ٦٠ جرام / طن. هذا وقد أوصت نتائج الدراسات والبحوث أنه عند ظهور أعراض نقص المنجنيز

على الطيور يمكن أن يزداد المعدل المضاف من هذا العنصـــر إلـــى ١٠٠ جرام / طن من العليقة وذلك لمدة ثلاثة أسابيع ثم يضاف المعدل الطبيعى من عنصر المنجنيز لعلائق الطيور.

سادساً: أملاح العناصر النادرة:

أوضحت نتائج الدراسات والبحوث الحديثة أن الطيور تحتـــاج إلـــى أملاح العناصر النادرة بكميات قليلة جداً والجدول رقم (٧) يوضح المعدلات التى يجب إضافتها من العناصر النادرة إلى علائق الدجاج.

جدول (٧):المعدلات التى يجب إضافتها من العناصر النادرة إلى علائق الدجاج.

العنصر النادر	الكتاكيت	البدارى	البياض
	جــرام لكل طن من العليقة		
زنك	٢٠	٢٠	٤٠
حديد	٢٥	٢٥	٣٠
نحاس	١,٥	١,٥	٣-٤
يود	٠,٥	١,٣٥	٠,٣-٠,٥
سيلينيوم	٠,١	٠,١	٠,١

ومن السرد السابق يتضح مدى أهمية الإشعاعات الذرية الصادرة من النظائر المشعة فى تفهم العديد من العمليات الفسيولوجية والحيوية التى تـــتم فى داخل أجسام الحيوانات الزراعية والطيور والتى كان لها مردوداً فعـــالاً

وهاماً فى زيادة الإنتاج الحيوانى زيادة كبيرة وذلك اعتماداً على نتائج الدراسات والبحوث التى نفذت فى هذه المجالات.

تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للدواجن المبردة أو المجمدة:

نظراً لأهمية الإشعاع الجامى الصادر من الكوبالت ٦٠ فى إطالة فترة حفظ الدواجن المبردة أو المجمدة فقد أوضح داود (٢٠٠٠) أنه تم إستخدام خمس مجموعات من الدواجن (بدارى التسمين) المذبوحة ومنزوعة الأحشاء إستخدمت منها مجموعة ضابطة (كنترول) والأربع مجموعات الأخرى تم تعريضهم لجرعات مختلفة من مصدر الكوبالت ٦٠ الموجود بهيئة الطاقة الذرية، وكانت هذه الجرعات على التوالى ٢ ، ٤ ، ٦ و ٨ كيلو جراى. وتم حفظ هذه المجموعات بعد التشعيع مباشرة فى درجة حرارة التبريد وهى ٤ درجات مئوية. ثم تم تتبع التغيرات فى الجودة الحسية والكيميائية والميكروبيولوجية لبدارى التسمين المعاملة بجرعات مختلفة من أشعة جاما وذلك بهدف تحديد مدى جودتها وسلامتها للاستهلاك الآدمى خلال فترة التخزين بالتبريد.

وقد أظهرت النتائج أن الإشعاع الجامى يؤدى إلى الآتى:

١- يؤخر من ظهور علامات الفساد الظاهرى ويحسن من الجودة الحسية وإطالة فترة حفظ الدواجن من خمسة أيام فى حالة المجموعة الضابطة إلى ٢١ يوماً فى حالة المجموعات المعاملة بجرعات عالية ٦ و ٨ جراى.

٢- يقلل من سرعة تطور علامات الفساد الكيميائى وخصوصاً رقم الحموضة (pH) والنيتروجين الكلى المتصاعد والإقلال من المحتوى الرطوبى للدواجن.

٣- وجد أن الجرعات ٦ ، ٨ كيلو جراى كانت أكثر فاعلية فى تأخير سرعة الفساد البكترى وفى القضاء على ميكروبات التسمم الغذائى وتأخير وصول العد الميكروبى إلى الحدود الخطرة، حيث لم يتم عزل أى من ميكروبات الليستريا مونوسيتوجين فى العينات المعاملة بالإشعاع. بينما تم عزل عدد من عترات الميكروبات القولونية والسالمونيلا والمكورات العنقودية فى العينات المعاملة حتى ٤ كيلو جراى.

٤- لوحظ عند إجراء عملية التشعيع وخصوصاً عند إستخدام الجرعات ٦ و٨ كيلو جراى ظهور رائحة غير مرغوب فيها ولكن اختفت هذه الرائحة بعد أيام قليلة من عملية التشعيع.

٥- أوضحت النتائج فائدة إستخدام وتطبيق الإشعاع الجامى كمكمل لعملية حفظ الدواجن بالتبريد فى إطالة فترة صلاحيتها للتخزين كما زاد من جودتها وسلامتها.

تأثير التشعيع على القدرة الحفظية للأسماك:

أوضح Hafiz *et al.*(1987) مدى تأثير أشعة جاما على القدرة الحفظية لأسماك البلطى. وذلك من خلال الدراسة التى إستخدمت فيها جرعات مختلفة من أشعة جاما حيث شملت ٢٠٠ ، ٥٠٠ كيلو راد وجرعة مرتفعة بلغت ١ ميجا راد. وتم تخزين أسماك البلطى التى عوملت بالإشعاع على درجة ٤ مئوية وذلك بعد إجراء عملية التشعيع مباشرة.

كما دُرس تأثير نقع أسماك البلطى فى محلول يتكون من حامض الستريك وبيروفوسفات الصوديوم على صفات الأسماك حيث لوحظت أن التغيرات الغير مرغوبة والتى تحدث فى كل من الصفات الكيماوية والطبيعية

كانت ملحوظة بدرجة أكبر فى الأسماك غير المنقوعة فى المحلول المذكور بالمقارنة بالسمك المنقوع فى هذا المحلول قبل تشعيعه.

هذا وقد تمت دراسة تأثير الجرعات المختلفة على محتوى أسـماك البلطى من كل من الرطوبة، البروتين، الدهون والرماد وكذلك تم عمل بعض الاختبارات مثل تقدير النيتروجين الكلى المتطاير، التـراى ميثايـل أمـين والآزوت الأمينى بالإضافة إلى دراسة رقم حامض الثيوباربتيوريك كمؤشر ودليل على أكسدة الليبيدات التى تحدث أثناء التخزين بالتبريد.

وقد أظهرت النتائج أن إستخدام جرعة ٢٠٠ كيلو راد فـى تشـعيع الأسماك أدت إلى خفض التغيرات الغير مرغوبة فى التركيب الكيماوى أثناء تخزين الأسماك وذلك بالمقارنة بالجرعات المرتفعة. وقد أكدت نتائج الدراسة على أنه نتيجة للفقد الملحوظ فى مقدرة الأسماك على الاحتفاظ بالماء وبالتالى حدوث فقد فى طراوة الأسماك أثناء عملية التشعيع لذلك أوصت نتائج هـذه الدراسة بتشعيع أسماك البلطى بجرعات تشعيع من ٢٠٠ - ٥٠٠ كيلو راد.

كذلك أوضحت نتائج الدراسة التى قام بها Atia (1997) والتى كان الهدف منها هو متابعة مدى تأثير التشعيع على القـدرة الحفظيـة لأسـماك الماكريل المدخنة على الساخن ومقدرة التلألؤ الحرارى والكيماوى. حيث تم تدخين أسماك الماكريل على الساخن ثم تشعيعها بجرعات صـفر ، ١,٥ و ٣,٠ كيلو جرى (KGy) بواسطة أشعة جاما وإستخدم الكوبلت ٦٠ كمصدر للإشعاع. وبعد إجراء التشعيع تم التخزين على درجة حرارة ٤ درجة مئوية. وتم دراسة الخواص العضوية الحسية والميكروبيولوجية وبعض الخصائص الكيماوية. وقد أظهرت النتائج الآتى:

١- أن الأسماك المدخنة المشععة كانت مقبولة من المحكمين لمدة ٢١ يـوم بينما الأسماك غير المشععة تم رفضها بعد ٩ أيام من التخزين.

٢- أدى التشعيع إلى انخفاض سريع فى العدد الكلى للبكتريا بمقـدار ٠,٨ و١,٢ لوغاريتم لكلا من العينات التى شععت بجرعات ١,٥ و ٣,٠ كيلو جرى (KGy) على التوالى.

٣- تشعيع أسماك الماكريل المدخنة أدى إلى انخفاض معدل تكوين الهستامين والقواعد النيتروجينية الطيارة (TVB-N).

٤- أوضح تحليل الأحماض الدهنية (FA) أن التشعيع أدى إلى انخفاض فى نسبة الأحماض الدهنية C16:1,C16:0 مع ارتفاع فى نسبة الأحماض الدهنية C18:1, C18:0.

٥- أوضحت النتائج أيضاً مقدرة تكنيكات التلألؤ الحرارى والكيماوى علـى التفريق بوضوح بين الأسماك المدخنة المشععة وغير المشـععة ولمـدة تصل إلى ٢١ ، ٧ يوم من التخزين على التوالى.

٦- أوضحت الدراسة أنه لتجنب المشاكل الصحية فإن الأسماك المدخنة على الساخن يجب أن تشعع بجرعات ١,٥ كيلو جرى وتخزن علـى درجـة حرارة ٤ درجة مئوية خلال فترة الصلاحية للاستهلاك.

الباب الخامس

التأثيرات الضارة للإشعاعات ووسائل الوقاية منها

- التأثيرات الوراثية فى الحيوانات
- التأثيرات الوراثية فى النباتات
- التأثيرات الكيميائية للإشعاعات الذرية
- أخطار الإشعاعات الذرية على الإنسان
- وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث عن الأماكن والأدوات
- التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعى عن الأفراد
- إرشادات عامة
- شروط القواعد الصحية للعاملين بالنظائر المشعة
- العوامل التى تحدد خطورة العنصر المشع
- تقسيم العناصر المشعة من حيث الخطورة
- الخطوات التى يجب إتباعها عند حدوث التلوث
- تعلميات سبل الوقاية الفردية
- تعلميمات سبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل
- المصطلحات الهامة عن الإشعاعات والنظائر المشعة
- الجرعات المسمح بها للعاملين وغير العاملين
- تقنيات العلاج من أضرار الإشعاعات الذرية

الباب الخامس

التأثيرات الضارة للإشعاعات ووسائل الوقاية منها

سبق أن أوضحنا فى الأبواب السابقة من هذا الإصدار أهمية الإشعاعات الذرية على كل من الحاصلات الزراعية وأيضاً على حيوانات المزرعة وذلك من ناحية الإستخدامات الإيجابية التى تعمل على زيادة الإنتاجية الزراعية. وسوف نناقش فى هذا الباب العديد من التأثيرات الضارة للإشعاعات الذرية أخذين فى الاعتبار عرض أهم وسائل الوقاية من هذه الإشعاعات.

التأثيرات الوراثية فى الحيوانات:

أثبتت العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن للإشعاعات الذرية تأثيرات بيولوجية خطيرة تمس صميم الحياة فى الكائنات الحية خاصة عندما تتعرض هذه الكائنات لجرعات كبيرة تفوق الجرعات المسموح بها. وقد ثبت أن الأضرار التى تنتج عن هذه الإشعاعات تصيب الحيوانات ويمتد تأثيرها لتصيب ذريتها من بعدها فتتوارثها جيلاً بعد جيل. وقد ثبت علمياً أيضاً أن أشعة أكس تقلل حساسية الخلايا وتضر بالأجنة الحيوانية فى بطون أمهاتها ضرراً بالغاً فهى تشوه خلقتها وتمرضها وهذا بدوره يؤدى إلى قصر عمرها.

التأثيرات الوراثية فى النباتات:

سبق أن أوضحنا فى الباب الثالث من هذا الإصدار أن الإشعاعات الذرية تحدث طفرات فى النباتات. وتوظف هذه الخاصية فى تنشئة وتنمية

السلالات الجديدة وذلك بتعريض البذور للإشعاعات الذرية أو بتعريض الأشجار ثم إكثارها أو بتعريض حبيبات اللقاح وإستخدامها بعد ذلك لإنتاج البذور. والأشعة التى تستخدم فى هذا الغرض هى أشعة إكس وأشعة جاما المنبعثة من الكوبالت ٦٠ وكذلك تستخدم النيوترونات وفى بعض الأحيان تستعمل أشعة بيتا المنبعثة من النظير المشع للفوسفور وغيرها.

وقد ثبت علمياً أن تأثيرات الإشعاعات الذرية فى إحداث مثل هذه الطفرات يختلف باختلاف أنواع الإشعاعات ومقادير الجرعات المستخدمة ونسبة الرطوبة عند إجراء علمية التعريض والمدة التى تنقضى بين التعريض للأشعة وبين الإنبات وعموما يتوقف ذلك على نوعية البذور أو النباتات.

التأثيرات الكيميائية للإشعاعات الذرية:

أثبتت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أيضاً أن للإشعاعات الذرية تأثيرات عديدة على التفاعلات الكيميائية. حيث تؤدى فى بعض الأحوال إلى تحسين خواص بعض المواد وهذا بدوره يؤدى إلى ارتفاع قيمتها الصناعية. هذا وقد ثبت أن الإشعاعات الذرية فى بعض الأحوال تؤدى إلى تكوين مواد جديدة، ومن الناحية الميدانية والتطبيقية وجد أن استعمال الإشعاعات الذرية فى صناعة المطاط أثر بالغ الأهمية فى تقليل المقادير اللازمة من عنصر الكبريت ومن الحرارة وهذا بدوره يؤدى إلى الحصول على أنواع أصلح وأجود لصناعة إطارات السيارات. كما ثبت أن الإشعاعات الذرية تكسب بعض اللدائن خصائص وصفات جديدة.

أخطار الإشعاعات الذرية على الإنسان.

ثبت علمياً أن للإشعاعات الذرية تأثيرات ضارة على الآدميين حيث تؤثر على كرات الدم البيضاء والحمراء والصفائح الدموية وهذا بدوره يؤدى

إلى وهن الجسم وبالتالى تدنى مقاومته وقد يصل الأمر إلى ارتفاع حرارته وظهور العديد من التقروحات والإلتهابات به وفقر عام بالدم الذى يحويه هذا الجسم، وكما هو معروف علمياً أنه عند تدنى وانخفاض عدد الصفائح الدموية ببلازما الدم عن حد معين يصاب الإنسان بالنزيف من الأنف أو من الرئتين أو غيرهما وهذا بدوره يؤدى فى كثير من الحالات إلى الموت والهلاك. كما تؤثر الإشعاعات الذرية فى كلا من عدسة العين والغدد الجنسية وتحدث بهما العديد من أنواع الأورام والسرطانات.

أما العمال الذين يمارسون أعمالهم فى مناجم المواد المشعة وأيضا فى منشآت مفاعلات القوى فالخطر الذى يداهمهم ينتج عن طريق الاستنشاق وذلك أثناء فترات العمل فى هذه المنشآت، وحال احتواء الهواء على عناصر مشعة طويلة الأجل فعند استنشاقها أيضاً تتركز فى الجهاز التنفسى وخاصة فى الرئة وهذا بدوره يؤدى إلى انتقال هذه العناصر عبر الجهاز الدور إلى الهيكل العظمى ومن هنا تكمن خطورة هذه المواد. حيث تنبعث من هذه العناصر إشعاعات ذرية تصيب الجهاز الدورى بالعديد من الأمراض أهمها مرض اللوكيميا بالإضافة إلى ظهور العديد من أنواع السرطانات بالجسم التى احتجزت به مثل هذه العناصر.

وعند مناقشة تأثيرات الإشعاعات الذرية الناتجة من تفجير القنابل الذرية على الإنسان فقد دلت العديد من الإحصاءات اليابانية على أن نسبة المصابين بسرطانات الدم من بين سكان ناكازاكى وهيروشيما الذين نجوا من أخطار هذه القنابل، هى أعلى بكثير من نسبة المصابين بسرطانات الدم من السكان الذين لم يتعرضوا للإشعاعات الذرية والنووية.

وقد ظهرت أعراض أمراض سرطانات الدم وذلك بعد مرور عـــدة سنوات من تاريخ التفجير. ويستدل من هذا إن أخطار الإشعاعات لا تظهـــر تواً وإنما تظهر بعد مدة من بدء التعرض للإشعاعات، ويتوقف طـــول هـــذه المدة على كمية الإشعاع ونوعيته. وقد ثبت إن لهذه الإشعاعات تأثير مباشر على جميع عناصر البيئة المتمثلة فـــى الأرض والمـــاء والهـــواء والـــزرع والضرع وعلى جميع أنواع الحيوانات البحرية العذبة منها والمالحة، فبعـــد سنوات والإنسان يستعمل هذه الأغذية إعتقاداً منه أنها سالمة وخاليـــة مـــن المواد المشعة، لكنه يصاب بما أصيبوا به مع تركيز أعلى.

ومن أخطر وأشد تأثيرات الإشعاعات الذرية والنووية تلـــك الآثـــار الوراثية والتى يمكن أن تتمثل فى إنجاب أطفال مشوهـــين جسمياً أومعاقين عقلياً. والإشعاعات الذرية المنبعثة من تفجير القنابل الذرية والهيدروجينيـــة والتى يمكـــن اعتبارها (الإشعاعات الذرية) جزئيات متناهية فى الصغر كما سبق القول تنطلق بسرعة كبيرة جداً حيـــث تصـــطدم بالأشـــخاص الـــذين يعترضون مسارها، وقد ثبت علمياً إن بعضها ينفذ مـــن الجســـم بســـهولة والبعض الأخر يحتجز به. هذا وقد ثبت علمياً أيضاً أن أعضاء الجسم ليست متساويـــة الحساسية بالنسبة إلى الأنواع المختلفة من الإشعاعات الذرية والتى سبق توضيحها فى الأبواب السابقة من هذا الإصدار.

وقد أوضحت نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة أن أكثـــر أعضاء الجسم حساسية للإشعاعات الذرية هى الأعضاء المكونـــة للجهـــاز الدورى والجهاز الهضمـــى والجلد وأيضا الغدد التناسلية. فالأعضاء المكونة للدم وهى نخاع العظام والغدد الليمفاوية والتى تصنع كرات الـــدم الحمـــراء والبيضاء والصفائح التى تساعد الدم علـــى التجلط وأيضاً الطحال الذى يقوم

بتخزين الدم. وقد ثبت أن تعريض الأعضاء المكونة للدم للإشعاعات الذرية باختلاف أنواعها يؤدى إلى تدنى عدد كريات الدم الحمراء وهذا بدوره يؤدى إلى حدوث فقر فـــى الدم وتظهر بذلك أمراض الأنيميا الحـــادة والمزمنـــة ويترافق ذلك بحدوث تضخم فى الطحال الناتج عن تأثير الإشعاعات الذريـــة على الأنسجة المكونة له، وكذلك تدنى عدد كرات الدم البيضاء وهذا بـــدوره يؤدى إلى ضعف مقاومة ومناعة الجسم ومن ثم يصاب بالعديد من الأمراض المختلفة وقد يؤدى ذلك فى نهاية الأمر إلى الهلاك. كمـــا وإن تـــدنى عـــدد الصفائح الدموية يحدث العديد من الاضطرابات فى عملية تخثر وتجلط الدم ويحدث نتيجة لذلك النـــزيف من الأنف والفم وخاصة من اللثـــة والـــرئتين والمعدة والأمعاء.

وبالنسبة للجهاز الهضمى فتتركز هـــذه الإشعاعات بجميع الأعضاء المكونة له وينجم عن ذلك العديد من التقرحات فى الأغشية المبطنة لجـــدار المعدة والأمعاء بنوعيها وهذا بـــدوره يـــؤدى إلـــى حـــدوث العديـــد مـــن الاضطرابات الهضمية والتى تتمثل فى الغثيان والقيء وأيضـــا فقـــدان تـــام للشهية مع وجود حالات متكررة للإسهال، وغالباً ما تظهر الفضلات الآدمية مختلطة بالدم. وقد لا يسلم الكبد من تأثير هذه الإشعاعات وبالتـــالى ظهـــور العديد من الاضطرابات فى مستويات إنزيماته. وأما بالنسبة لخـــط الـــدفاع الأول للجسم والمتمثل فى الجلد فهو أول من يتأثر بجرعـــات الإشـــعاعات الذرية وينتج عن أثر ذلك سقوط الشعر الذى يدرك عادة بعد مضى خمســـة عشر يوماً من بدء التعرض للإشعاعات ويستمر بعد ذلـــك لمـــدة ١٥ – ٢١ يوماً. وقد تظهر سرطانات الجلد باختلاف أنواعها وذلـــك تبعـــاً للجرعـــات ونوعية الإشعاعات الذرية.

وبالنسبة للغدد التناسلية فقد ثبت علمياً إن تعرض الأعضاء التناسلية للرجال والنساء للإشعاعات الذرية ينتج عنه عقماً موقتاً لدى الجنسين. هذا وقد ثبت علمياً أن هذا العقم المؤقت ليس له تأثير على القدرة الجنسية لدى الجنسين. ولكن فى النساء غالباً ما تحدث اضطرابات فى الدورة الشهرية تصل إلى حد انقطاع الطمث وقد ترتفع حرارة أجسامهن. والنساء الحوامل كثيراً ما تجهضن حال تعرضهن للإشعاعات الذرية والنووية. وتشير نتائج العديد من الدراسات والبحوث الحديثة إلى أن الرجال والنساء الذين يصابون بالعقم المؤقت نتيجة تعرضهم إلى الإشعاعات الذرية ينسلون أطفالاً مشوهين جسمياً أومعاقين عقلياً أو مضطربين نفسياً أو من ذوى العاهات والعقد النفسية. ولذا أولت الدوائر العلمية ومنظمات الصحة العالمية اهتماماً خاصاً بتقنيات ووسائل حماية عناصر البيئة من أضرار الإشعاعات الذرية والنووية.

وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية:

نظراً لخطورة هذه الإشعاعات على عناصر البيئة فيجب اتخاذ كل الاحتياطات لدرء أخطار التعرض للإشعاعات الذرية وذلك فى جميع الأعمال والتطبيقات الذرية والمتمثلة فى محطات القوى النووية وكذلك فى مصانع استخلاص اليورانيوم وعند إعداد عناصر الوقود النووى وأيضاً فى مناجم المعادن المشعة، وفى إستخدامات الإشعاعات والنظائر المشعة فى الأغراض الطبية والعلمية والزراعية وغيرها. ومن أهم عوامل الوقاية حسن اختيار المواقع التى تنشأ فيها المنشآت الذرية ففى جميع الدول المهتمة بهذا المجال لا يسمح بإقامة مساكن أو بتربية الحيوانات الزراعية أو بالزراعة على مقربة كيلو متر من هذه المنشآت. وفى كثير من الدول يتم تحديد موقع هذه المنشآت بحيث لا يقل عن خمسة وعشرين كيلو متراً من المدن، وفى بعض

الدول يتم تشيد مثل هذه المنشآت تحت سطح الأرض أو داخل صخور الجبال. وتتمثل وسائل الوقاية من الإشعاعات الذرية داخل هذه المنشآت فى الآتى:

١- لابد أن يتم العمل خلف حواجز من الرصاص أو حوائط سميكة من الخرسانة المسلحة. على أن يتحدد سمك هذه الحواجز تبعاً لنوعية المواد المشعة وأنواع الإشعاعات المنبعثة منها.

٢- لابد أن يرتدى جميع من يعملون بالمواد المشعة أو من يتداولونها أو من لهم أى اتصال بالأعمال الذرية أياً كان نوعها ملابس وأقنعة واقية من الإشعاعات الذرية.

٣- لابد من العمل على ألا يرتفع مستوى النشاط الإشعاعى فى الأماكن التى يعمل بها المشتغلون عن الحدود المسموح بها وذلك فى حالة التعرض المستمر للإشعاعات الذرية.

٤- لابد من إجراء كشف طبى دورى على جميع العاملين فى المنشآت الذرية والنووية.

وعلى الرغم من إتباع وسائل الوقاية سالفة الذكر إلا أنه فى بعض الأحيان يحدث تلوث إشعاعى للأماكن وأيضاً للأفراد. ويعتبر موضوع إزالة التلوث الإشعاعى من أهم الاحتياطات التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار بصورة جادة وحاسمة وذلك فى جميع المنشآت الذرية وأيضاً فى معامل ومختبرات الأبحاث العلمية الخاصة بدراسات النظائر المشعة وخاصة التى يتم فيها التعامل مع أى مصدر سائل له نشاط إشعاعى، وعليه يجب توعية العاملين فى هذه المنشآت والمعامل بالتعليمات والإرشادات المحددة والمناسبة لأغراض إزالة التلوث الإشعاعى لمختلف الحالات والأنواع، وأن تكون تلك

التعليمات معلومة بصورة واضحة لدى جميع العاملين بالمواد المشعة. كما يجب تجهيز المنشآت الذرية وأيضا معامل الدراسات بالمحاليل والمستلزمات التى تستعمل فى كافة الوسائل لأغراض إزالة التلوث بجميع أنواعه.

التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعى عن الأماكن والأدوات:

١- تعتبر النظافة العامة الجيدة لجميع المعامل والأماكن التى يتواجد فيها مصادر مشعة من أهم الأسس لهذا الشأن وبالتالى يجب أن تنظف يومياً بالطريقة الرطبة وتنظف كل شهر تنظيفاً عاماً يشمل الجدران والأرض والأبواب والنوافذ وأسطح العمل. هذا وتعتبر مخلفات التنظيف كمخلفات مشعة صلبة وتُعامل هكذا. ويمكن حرقها بعد ذلك لتصغير حجمها. ويعتبر الرماد الناتج عنها مخلفات مشعة صلبة صغيرة الحجم. ويمتنع منعاً باتاً النظافة الجافة.

٢- يجب فحص اليدين والوجه والشعر والجسم والملابس وأسطح العمل والأرض والأحواض وجميع الزجاجيات والأجهزة الأخرى قبل البدء فى العمل وبعد الانتهاء منه باستعمال أجهزة قياس معينة لهذا الغرض والتى سبق أن أشرنا إليها فى الباب الأول من هذا الإصدار.

٣- لابد من الرجوع إلى المراجع العلمية المختلفة لمعرفة الحد الأعلى لمستويات التلوث المسموح بها لمختلف السطوح والأجسام.

٤- تتم عمليات إزالة التلوث بطرق معينة تختلف باختلاف الجسم المراد إزالة تلوثه وتشترك كل الطرق فى خطوات معينة والتى يمكن توضيحها فى الآتى:

- اكتشاف التلوث ومعرفة المادة الملوثة وحساب مقدار
- تحديد منطقة ومساحة التلوث بالضبط.

- تخفيض أو إذا أمكن إزالة نسبة التلوث بالطرق المختلفة حسب السطح وحسب المادة الملوثة.
- التأكد من فاعلية عملية إزالة التلوث باستعمال الكشافات الفيزيائية المعينة لذلك ويتوقف هذا على نوعية الإشعاع المنبعث من المادة الملوثة.

٥- تتم إزالة التلوث بالطريقة الرطبة أو بطريقة الشريط اللاصق أو بطريقة الطلاء المنزوع (سهل النزع) وكل هذه الطرق تضمن أقل مستوى من تلوث الهواء.

٦- يجب غسل سطوح الأجسام وتنظيفها من أعلى إلى أسفل ومن الأماكن الأقل تلوثاً إلى الأماكن الأكثر تلوثاً.

٧- يجب أن تتم عمليات إزالة التلوث بأقل عدد ممكن من العاملين وبعد إرتداء الملابس الخاصة لهذا الغرض.

٨- تعتبر المياه الجارية والصابون من أهم وأرخص الطرق لإزالة التلوث. وفى حالة عدم نجاح عمليات الغسيل بالماء والصابون فتتبع عمليات كيميائية أخرى وذلك باستعمال بعض المحاليل التى تقوم بإذابة المركبات أو المواد الملوثة.

التوصيات الخاصة بإزالة التلوث الإشعاعى عن الأفراد:

١- استعمال الغسيل الجيد بالماء والصابون لمدة لا تقل عن دقيقتين واستعمال فرشاة ناعمة لا تسبب جروح فى الجلد ونعطى انتباه معين للمناطق بين الأصابع وحول الأظافر ثم تغطى المنطقة بفازلين لمنع جفاف الجلد وتشققه.

٢- فى حالة التلوث الكثيف أو الشديد تغطى المنطقة بمعجون ثانى أكسيد التيتانيم لمدة دقيقتين ثم يغسل المعجون بالماء الفاتر ثم الغسيل بالماء والصابون.

٣- تغمس المنطقة بمزيج متساوى من برمنجنات البوتاسيوم وحامض الكبريتيك ١/٥ عيارى ثم تترك لمدة دقيقتين وبعد الشطف بالماء تغسل بالماء والصابون. ويمكن استبدال المحلول السابق باستعمال خليط من حامض الترتريك وحامض الستريك.

٤- فى حالة وجود جروح بالمنطقة الملوثة يجب الغسيل بالماء الجارى لمدة خمس عشرة دقيقة.

٥- يجب أن تقاس كمية التلوث الباقية بعد عملية الإزالة بحيث لا تزيد عن المعدلات المسموح بها والتى تختلف باختلاف المادة الملوثة.

إرشادات عامة:

هناك العديد من الإرشادات الهامة التى يجب أن يلم بها جميع العاملين فى المختبرات والمعامل الخاصة بدراسات النظائر المشعة والتى يمكن سردها فى النقاط التالية:

١- تجفيف السوائل المنسكبة بواسطة مواد ماصة ومناشف أو مسحوق نشارة الخشب قبل البدء فى عملية الإزالة نفسها.

٢- عند انسكاب المساحيق توقف جميع المراوح وأجهزة التهوية.

٣- فى حالة عدم نجاح عمليات إزالة التلوث يجب تحديد المكان الملوث واعتبار المواد والأشياء الملوثة كفضلات مشعة.

٤- حظر الدخول فى هذه الأماكن لغير الأشخاص المسئولين بوضع علامات تحذير.

٥- عدم غسل الملابس الملوثة مع الملابس الغير ملوثة، ويجب التأكد من إزالة التلوث من الملابس الملوثة قبل استعمالها مرة أخرى وإلا فتعتبر فضلات مشعة صلبة.

٦- يجب أن تتم عمليات إزالة التلوث بكافة أنواعها بمعرفة الفيزيائى الصحي وتحت إشرافه ويكون مسئولاً مسئولية كاملة عن كافة الإجراءات التى تتبع فى ذلك.

الشروط الواجب توافرها لاتباع القواعد الصحية من أجل العاملين بالنظائر المشعة:

١- لابد من اتباع القواعد الصحية والوقائية التى تحددها القوانين واللوائح والتعليمات والتوصيات الخاصة بطرق الوقاية من الإشعاعات الذرية والتى يتحصل عليها من مؤتمرات الطاقة الذرية والعاملين فى مجالها وأن يلتزم بها جميع العاملين فى هذا المجال وعلى الدولة أن تصدر التعليمات والتوصيات بقوانين خاصة. وفى هذا الشأن قد صدر القانون رقم ٥٩ لسنة ١٩٦٠ وذلك فى شأن تنظيم العمل بالمواد التى ينبعث منها إشعاعات ذرية.

٢- يجب مراعاة ألا يزيد ما يتعرض له العاملين فى هذا المجال بأى حال من الأحوال عن المحتوى أو الجرعة المسموح بها أو التركيز المسموح به من العناصر المشعة.

٣- عمل اختبارات دورية للحالة الصحية للقائمين بالعمل فى مجال إستخدام النظائر المشعة وأن يشمل الكشف الدورى دراسة عدد كرات الدم الحمراء والبيضاء.

٤- يجب أن يتبع القائم بالعمل فى هذا المجال نظام تغذية معين وأن يتناول على الأقل لتر لبن فى اليوم حتى لا يتعرض للضعف العام وللعجز فى عدد كرات الدم.

العوامل التى تحدد خطورة العنصر المشع:

١- الحالة الطبيعية للمادة.

٢- صورة الإشعاع ونوعه.

٣- طاقة الإشعاع لتحديد الجرعة المسموح بها تحت ظروف العمل.

٤- مرحلة نصف العمر للعنصر المشع.

٥- طاقة التأين.

٦- كمية المادة المشعة.

٧- خواص المادة المشعة.

تقسيم العناصر المشعة من حيث الخطورة:

تقسم العناصر المشعة من حيث خطورتها إلى المجاميع التالية:

١- نظائر مشعة ذات سمية عالية وتشتمل هذه المجموعة على عناصر البولونيوم Po^{210} ، الأسترانشيوم Sr^{90} والراديوم Ra^{226} حيث أن نصف العمر طويل.

٢- نظائر مشعة ذات سمية وتأثير عالى ولكن أقل من عناصر المجموعة السابقة وتشتمل هذه المجموعة على عناصر اليود I^{131} ، السيزيوم Cs^{137} ، الكوبالت Co^{60} ، الكالسيوم Ca^{45} ، الأسترانشيوم Sr^{89} والصوديوم Na^{22}. وعلى الرغم من أن فترة نصف العمر لعنصر الكالسيوم المشع تقدر بحوالى ١٨٢يوماً إلا أنه يستطيع الدخول عن طريق الفم والجهاز الهضمى وينتقل عبر الجهاز الدورى إلى الهيكل

العظمى ويترسب به ومن هنا تكمن خطورته حيث يحدث سرطان العظام. ويعتبر عنصر الأسترانشيوم من أخطر هذه العناصر لأنه يعمل إحلال Substitution للكالسيوم فى العظام مسبباً سرطان العظام. كما أن اليود المشع يتجمع فى الغدة الدرقية وقد يتسبب عنه أورام خبيثة فى هذه المنطقة. كما أن الفوسفور المشع P^{32} قد يدخل عن طريق الجروح إلى الدم مسبباً سرطان الدم.

٣- نظائر مشعة ذات خطورة متوسطة وتشتمل هذه المجموعة عناصر الزنك Zn^{65} ، والحديد Fe^{59} ، الحديد Fe^{57} ، المنجنيز Mn^{56} ، البوتاسيوم K^{42} ، الكبريت S^{35} فقط ثبت علمياً أن فترة نصف العمر لهذه العناصر قصيرة بالنسبة للمجموعتين السابقتين.

٤- نظائر مشعة ذات تأثير قليل وخير مثال على ذلك عنصر الكربون C^{14} والتريتيوم H^3 وبالرغم من أن فترة نصف العمر لعنصر الكربون المشع تقدر بحوالى ٥ آلاف سنة إلا أنه وضع فى المجموعة الرابعة من حيث التأثير وذلك لأنه يصدر جسيمات بيتا ضعيفة يطلق عليها Soft Beta كما أن نصف العمر البيولوجى لا يزيد عن عشرة أيام حيث يتخلص الجسم منه عن طريق التنفس ولذا فأن خطورته قليلة.

الخطوات التى يجب إتباعها عند حدوث التلوث:

لو فرض وأن حدث تلوث بمكان العمل الذى يعمل به الباحث فعليه أن يتبع الخطوات التالية:

١- تحديد مكان التلوث بعلامة واضحة.

٢- إبلاغ مسئول الوقاية فوراً مع إعلامه بمكان التلوث وأيضا بالمادة التى حدث عنها التلوث.

٣- يحدد الأخصائى مسئول الوقاية طريقة إزالة هذا التلوث وذلك طبقاً لنوعية وطبيعة المادة الملوثة.

٤- بعد إجراء إزالة التلوث يجب التأكد من نجاح عملية الإزالة وذلك عن طريق القياس بأجهزة خاصة تحدد مستويات الإشعاع بالمكان وبالمنطقة المحيطة بمكان التلوث. والتى سبق الإشارة إليها فى الباب الأول.

وتتغير الطرق المستعملة فى إزالة التلوث تبعاً لنوع المادة الملوثة ونوعية السطح الذى حدث به التلوث، فإذا كان السطح زجاج أو بلاستيك أو مطاط أو خشب تستخدم المواد:

١- إذا حدث التلوث بالنظائر المشعة الخاصة بعناصر الكوبالت ، الحديد ، الأسترانشيوم والكالسيوم تستعمل المواد التالية فى إزالة التلوث:
   - ٢ – ١٠% حامض الليمونيك.
   - محلول ٥% حامض الأيدروكلوريك.
   - محلول الفرسين ٥%.
   - مسح باستعمال الفوطة.

٢- إذا حدث التلوث بمركبات مشعة مثل $SO4^{-2}$, $PO4^{-3}$ تستعمل المواد التالية فى إزالة التلوث:
   - ٥% حامض الأيدروكلوريك.
   - محلول الفرسين ٥%.
   - مسح باستعمال الفوطة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يجب توخى الحظر عند إستخدام بعض العناصر المشعة. فمثلاً عند استعمال الفضة المشعة وحدث منها تلوث فلا يجب أن نخطأ ونستعمل محلول حامض الأيدروكلوريك (HCl) كمحلول

لإزالة التلوث وذلك لأن حامض الأيدروكلوريك سوف يتفاعل مع الفضة ويرسبها وبذلك تكون هناك صعوبة فى عملية إزالة التلوث. وكذلك عند إستخدام الكالسيوم والأسترانشيوم المشعين وحدث تلوث فأنه لا يستخدم حامض الكبريتيك كمحلول للتنظيف وفى هذه الحالة تتم عملية الإزالة والتنظيف باستعمال حامض الأيدروكلوريك (HCl) ليتكون كلوريد الكالسيوم وغسيله بمحلول الفرسين. وفى حالة وجود ملح كربونات يحتوى على كربون مشع C^{14} فمن الخطأ الجسيم استعمال حامض الأيدروكلوريك (HCl) حتى لا يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 الذى يحتوى على الكربون المشع لأنه سرعان ما يدخل إلى الجهاز التنفسى فى عملية التنفس للباحث وأيضاً مسئول الوقاية والقائمين بالعمل بجوارهما.

تعليمات سبل الوقاية الفردية:

١- اختيار واستعمال طرق العمل المناسبة والآمنة واستعمال الآلات والأجهزة المناسبة.

٢- يجب التعرف الكامل على الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة المشعة المتداولة.

٣- يجب تفادى السرعة فى الحركة وتحرى الدقة والانتباه أثناء العمل.

٤- يجب الامتناع التام عن حمل المصادر المفتوحة باليد المجردة وعدم سحب السوائل التى تحتوى على مواد مشعة بواسطة الامتصاص بالفم.

٥- يجب تزويد الأفراد بمناشف ومناديل ورقية ترمى فى أماكن معينة ومحددة داخل المختبر وذلك للتحفظ عليها كفضلات مشعة.

٦- يجب استعمال الملابس الواقية المناسبة مثل المعاطف والقفازات.

٧- يجب استعمال أحواض مياه معينة ومحددة والمتصلة بخزانات فضلات سائلة ملوثة.

٨- يجب الامتناع عن تناول الطعام والشراب واستعمال أدوات التجميل والمساحيق داخل المختبرات وأماكن تداول المواد المشعة.

٩- يجب التأكد من وضع جميع المصادر فى أماكنها المحددة وتنظف أماكن العمل وقياس المسطحات وذلك قبل الانتهاء من العمل.

١٠- يجب غسل اليدين بالفرشاة والصابون قبل مغادرة المكان أو الاستحمام فى حمامات معينة معدة للغرض إذا لزم الأمر.

١١- يجب فحص الملابس المستعملة باستمرار ووضع نظم معينة لغسلها وإزالة تلوثها إن وجد.

١٢- يجب استعمال الأجهزة الخاصة بقياس الجرعة الإشعاعية للأفراد مثل الأفلام الحساسة على أن تعلق هذه الأفلام على الصدر أو اليدين أو بأماكن أخرى من الجسم.

١٣- يجب استعمال الأفلام الحساسة فى بعض الأحيان لتسجيل الجرعات اليومية من الإشعاعات الذرية.

١٤- يجب عدم لمس أجهزة القياس باليد أثناء العمل.

١٥- يجب استعمال أجهزة ثابتة أو متنقلة لتحديد مستوى التلوث الإشعاعى للأيدى والشعر والملابس والأحذية لجميع المشتغلين على تلك المصادر المفتوحة قبل مغادرتهم أماكن العمل.

١٦- يجب فحص هؤلاء المشتغلين دورياً بجهاز العداد الكامل للجسم وذلك للتأكد من عدم تسرب أى كمية من المواد المشعة داخل الجسم.

١٧- يجب إجراء الفحص الطبى الدورى على هؤلاء المشتغلين والتأكد من سلامة صحتهم وتسجيل الملاحظات الطبية اللازمة وكذلك التحليلات التى أجريت.

١٨- يجب تسجيل الجرعات الإشعاعية المسجلة على الأجهزة المحمولة مع العاملين على كروت خاصة لهم يبين فيها الفترات التى تم خلالها التعرض لتلك الجرعات.

١٩- يجب إيقاف أى فرد من المشتغلين عن العمل فى حالة تلوثه بأكثر من المستويات المسموح بها، أو فى حالة تعرضه لجرعة خارجية أكثر من المسموح بها. على أن تكون فترة هذا المنع عن العمل محسوبة حسب الجرعة التى تعرض لها أو مدى التلوث الذى حدث له وذلك حسب المستويات الإشعاعية المسموح بها دولياً للأفراد المشتغلين وحسب صحته وتاريخه وسجل الجرعة السابقة التى تعرض لها.

تعليمات سبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل:

يجب أن تتميز أماكن العمل بمميزات خاصة واحتياطات خاصة ملائمة لنوعية العمل وحجم العمل بها. ومن أهم تعليمات وسبل الوقاية الخاصة بأماكن العمل الآتى:

١- وضع علامات تشير إلى تحذير بأن تلك الأماكن أماكن إشعاعية.

٢- تصمم جميع هذه الأماكن والمعامل وترتب بالطرق التى تحد بقدر الإمكان من تلوث سطوح المعامل والأرضيات والأجهزة والمواد والهواء.

٣- يجب وجود جهاز معين مزود بأداة تنبيه لقياس مستوى الإشعاع فى عموم حيز المعمل أو المختبر.

٤- يجب أن يكون هناك جهاز مماثل متنقل لقياس المستويات الإشعاعية على الأسطح المختلفة والأرضيات.

٥- يجب أن تكون جدران وأرضية تلك المعامل مصنوعة من مادة ناعمة غير نافذة للسوائل وفى منتهى النعومة مع لحام جميع الشقوق بدقة.

٦- يجب قياس التركيز الإشعاعى فى الهواء ليكون دوماً أقل من المستوى المسموح به. ويجب تجديد الهواء بأجهزة تهوية خاصة دون تدوير للهواء على أن لا يلوث الهواء المطرود أى أماكن أخرى خارجية.

٧- يجب إلا تقل مساحة العمل للشخص الواحد عن ٢ متر مربع.

٨- يجب أن تكون جميع سطوح أماكن العمل ناعمة وصلبة ومفروشة بورق الترشيح أو البلاستيك أثناء العمل وتكون غير نافذة حتى لا تسمح بنفاذ المواد المشعة.

٩- يجب أن تتم جميع العمليات التى يحتمل أن تلوث الهواء داخل صناديق خاصة تحت ضغط جوى منخفض.

١٠- يجب أن يكون جهاز تبديل الهواء متصل بمرشحات خاصة أو حقول استرجاع.

المصطلحات الهامة عن الإشعاعات والنظائر المشعة:

أوضح بيسيونى (١٩٩٠) أن هناك بعض التعاريف الهامة التى يجب أن يعلمها ويلم بها جميع العاملين والباحثين فى مجالات الإشعاع والنظائر المشعة أو الذين يتعاملون مع أى مادة أو جهاز يصدر عنه إشعاعات ذرية والتى يمكن حصرها فى الآتى:

١- الإشعاعات المؤينة: Ionizing Radiation

هى حمل الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية أو دقائق لها المقدرة على تأين جزيئات وذرات المادة بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وتتضمن هذه كافة الإشعاعات المنطلقة من المفاعلات الذرية أو المعجلات أو مولدات الأشعة السينية أو النظائر المشعة التى ينبعث منها أشعة بيتا أو ألفا أو جاما أو أى جسيمات أخرى من أى مصدر لها نفس الخاصية.

٢- الإشعاع الفعال: **Primary Radiation**

هو الحزمة الأصلية للشعاع المنبعثة مباشرة من المصدر المشع أو الجهاز المولد للإشعاع.

٣- الإشعاع الثانوى: **Secondary radiation**

هو الأشعة المنبعثة من أى مادة تتعرض للإشعاع الفعال ومن أمثالها الإشعاع المشتت أو الإشعاع التائه.

٤- الرونتجن: **Roentgen**

هى كمية الأشعة التى تنتج فى كتله من الهواء قدرها ٠,٠٠١٢٩٣ جرام عدد من الأيونات تحمل شحنه موجبة أو سالبة قدرها وحدة كهروستاتيكية.

٥- الراد : **Rad**

هو وحدة الجرعات الممتصة فى أى مادة معرضة للإشعاع . راد (١)= ١٠٠ أرج / جرام.

٦- الجرعة: **Dose**

هى جرعة أى مصدر بمقدار الطاقة التى تنقلها الإشعاعات المؤينة إلى الكتلة من المادة المعرضة. وتقاس بوحدة الرونتجن إذا كانت جرعة تعرض. وتقاس بالراد إذا كانت جرعة امتصاص.

٧- الكورى: **Curie**

هى وحدة قياس النشاط الإشعاعى لأى مادة مشعة وهى عبارة عن كمية هذه المادة التى تضمحل بمعدل ٣,٧ × ١٠^١٠ اضمحلالاً فى الثانية الواحدة.

٨ – معدل الجرعة: Dose Rate

هى كمية الجرعة محسوبة على وحدة زمنية معينة.

٩- مقياس الجرعة : Dose Meter

هو الجهاز المستخدم لقياس جرعات الإشعاع المختلفة.

١٠- طول نصف العمر Half Life

هو الفترة التى تفقد خلالها أى مادة مشعة نصف نشاطها الإشعاعى نتيجة الانشطار وكل نظير مشع له نصف عمر خاص به.

١١- طبقة نصف العمر :Half Life Layer

هى السمك من المادة التى تسبب نقصان شدة الإشعاع المار من هذا السمك إلى نصف قيمته الأصلية بعد نفاذه.

١٢- عامل النوعية: Quality Factor

هو العامل الخاص بكل نوع من أنواع الإشعاع ويعتمد على صفة الانتقال المباشر للطاقة والذى يجب أن تضرب فيه الجرعة الممتصة بالراد للحصول على الكمية التى تعبر عن الجرعة المؤثرة فى الأفراد المتعرضين. ويستعمل عامل النوعية لمختلف أنواع الإشعاعات المؤينة لأغراض الوقاية. أما الأغراض الأخرى فيستعمل عامل شبيه يسمى التأثير البيولوجى النسبى ويستعمل هذا بدلاً من عامل النوعية فى أغراض البيولوجيا الإشعاعية.

١٣- عامل التأثير البيولوجى النسبى:

Relative Biological effectiveness:

هو نسبة كمية الطاقة الإشعاعية (جرعة) لأى إشعاع اللازمة لإحداث تأثير بيولوجى معين - إلى الطاقة (الجرعة) من ٢٥٠ كيلو إلكترون فولت من الأشعة السينية لإحداث نفس التأثير.

١٤- عامل التوزيع: Distribution Factor

يستعمل هذا العامل للتعبير عن التأثير البيولوجى الناتج من التوزيع غير المنتظم للنظائر المشعة المترسبة داخل الجسم.

١٥- مكافئ الجرعة:Dose Equivalent

هو حاصل ضرب الجرعة الممتصة بالراد فى عامل النوعية فى عامل التوزيع وعوامل أخرى.

١٦- الريم: Rem

هو وحدة مكافئ الجرعة.

١٧- التعرض الخارجى: External Exposure

هو التعرض للإشعاعات المؤينة الصادرة من مصدر خارج الجسم.

١٨- التعرض الداخلى: Internal Exposure

هو التعرض لإشعاعات المؤينة الصادرة داخل الجسم.

١٩- التعرض الكامل: Total Exposure

هو مجموع التعرض الخارجى والداخلى.

٢٠- المصادر المغلقة: Sealed Sources

هى مصادر الإشعاع المخزنة فى أوانى أو كبسولات محكمة الغلق بحيث تمنع نفاذ المصدر المشع أو نواتجه إلى خارج الإناء الحافظ.

٢١- الـ صادر المفتوحة: Open Sources

هى مصادر الإشعاع غير المحفوظة أو المعاملة بما يمنـــع تســرب المادة المشعة إلى الخارج.

٢٢- التسمم الإشعاعى: Radioactive Toxicity

هو الضرر الناجم من الإشعاعات المؤينة الصادرة من مادة مشـــعة التى قد تدخل الجسم عن طريق ما.

٢٣- أعلى جرعة مسموح بها: Maximum Permissible Dose

هى الجرعة العليا للضرر الخارجى للإشعاعات المؤينة التى تســمح بها التوصيات الدولية لتعرض الأفراد العاملين فى هذا المجال وهى تســاوى ١٠٠ ميللى ريم فى الأسبوع الواحد على أن لا تتعدى ١,٣ ريـــم فـــى ١٣ أسبوع متتالية أو ٥ ريم فى السنة.

٢٤- أعلى تركيز مسموح به:

Maximum Permissible Concentration :

هو التركيز الأعلى من النظائر المشعة المختلفة فى الماء أو الهـــواء أو اللين التى تصل جرعة إشعاعية إلى أعضاء الجسم الحرجـــة بمقـــدار لا يتعدى الجرعة المسموح بها للإشعاع. وتختلف هذه التركيزات المسموح بها باختلاف النظائر المشعة المختلفة. هـــذا وتوجـــد جـــداول معينـــة يوصـــى باستعمالها فى الدوائر الدولية.

٢٥- أعلى استيعاب مسموح به فى الجسم:

:Maximum Permissible Body Burden

هو أعلى كمية مسموح بها من أى مادة مشعة يمكن أن تدخل الجسم وتبقى فيه دون إحداث أى ضرر.

٢٦- العضو الحرج: Critical Organ

هو العضو الذى له خاصية التأثر بطريقة ما – إما بتركيـز مـادة مشعة معينة فيه أو بسبب تأثره الزائد عنـد تعرضـه للإشـعاع داخليـاً أو خارجياً.

٢٧- التلوث الإشعاعى: Radioactive Contamination

هو تلوث الجسم أو السطوح أو التربة أو الهواء أو المياه .... الـخ بواسطة مادة مشعة عليها.

٢٨- الإشعاع الطبيعى: Natural Background

هو مصدر جرعة الإشعاع الناتجة من الإشعاعات المؤينة الموجـودة فى الأشعة الكونية والنشاط الإشعاعى للتربة والمنشآت. وقد وجد أن معـدل من الإشعاع الطبيعى يتراوح فى معظم أماكن الأرض ما بين ٠,٠٠٣ إلـى ٠,٠٢٥ ميللى راد فى الساعة.

٢٩- المنطقة المراقبة: Controlled Area

هى المنطقة التى تكون خاضعة للمراقبة بسبب وجود نشاط إشعاعى معين فيها.

٣٠- الحاجز الوقائى: Protective Area

هو الحاجز المصنوع من مادة معينة الذى يسـتعمل لتقليـل أخطـار الإشعاعات الساقطة.

٣١- الحظر الإشعاعى: Radiation Hazard

هو الضرر على صحة الفرد أو المجمـوع الممكـن حدوثـه نتيجـة التعرض للإشعاعات المؤينة.

٣٢- الكشف الإشعاعى للأفراد: **Radiation Monitoring**

هو قياس كمية الجرعات التى يتعرض لها الفرد أثناء عمله فى مجال الإشعاعات المؤينة.

٣٣- المسح الإشعاعى: **Radiation Survey**

هو أخذ القياسات ومستويات الإشعاع فى الأماكن المراقبة وغيرها فى الحجرات والأسطح والأجهزة.

وبعد الانتهاء من سرد وعرض أهم التعاريف الخاصة بالمواد المشعة وجرعات التعرض وغيرها من التعاريف الهامة يبقى لنا أن نوضح أعلى الجرعات المسموح بها للعاملين وغير العاملين وأفراد الجمهور. ويوضح الجدول رقم (٨) تلك الجرعات والتى أوصت بها الدوائر العلمية فى هذا المجال، وذلك طبقاً لما أوضحه بسيونى (١٩٩٠).

Table (8): Maximum Permissible Dose for the Different Exposure Groups.

Exposed Part of Body	Radiation Workers	Non – Radiation Workers	Individual Men of Public
Whale Body, Blood- forming	5(N-18) rem	1.5 rem / year	0.5 rem / year
Skin, Thyroid, Bone	30 rem / year	3 rem / year	3 rem / year
Limited exposure of single organs (other than skin, thyroid, bone.)	15 rem / year	1.5 rem / year	1.5 rem / year
Hands, Forearms feet and Ankles.	75 rem / year	7.5 rem / year	7.5 rem / year

المصدر : (بسيونى ، ١٩٩٠).

كما يوضح الجدول رقم (٩) الجرعات المسموح بها للأعضاء الجسم للأفراد العاملين فى مجال الإشعاعات المؤينة.

Table (9): Recommended Permissible Dose Equivalent to Body Organs of Occupation Workers Exposed to Ionizing Radiations.

Body Organ or Tissue	Average Weekly MPD	MPD. In any 15 consec Weeks.	Annual MPD for 50 weeks	MPD Equivalent to age (N).
Total Body Gonads Bone Marrow Lens of eyes Head and trunk	0.1 rem	3 rem	5 rem	5(N-18)
Thyroid, Skin (except hands, forearms, ankles Bone.	0.6 rem	8 rem	30 rem	30 (N-18)
Feet, Ankles , Forearms , Hands.	1.5 rem	20 rem	75 rem	75 (N-18)
Other Internal Organs.	--	4 rem	15 rem	15 (N-18)

المصدر : (بسيونى ، ١٩٩٠).

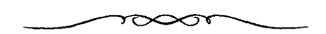
تقنيات العلاج من أضرار الإشعاعات الذرية:

تشهد الساحة العلمية فى الوقت الحاضر العديد من الدراسات والبحوث التى توجه لدراسة تقنيات إصلاح الأضرار التى تحدثها الإشعاعات الذرية والتى تتمثل فى الآتى:

١- استعمال بعض المركبات الكيميائية والطبية التى تعمل على إزالة الجزيئات التى تحطمت بفعل الإشعاعات الذرية.

٢- استعمال بعض المواد والعقاقير الطبية التى تعمل على تنشيط الجسم لإنتاج خلايا جديدة سليمة وذلك بهدف تعويض ما تلف بفعل الإشعاعات الذرية.

خاتمة المطاف



طرقت مع القارئ موضوع الإشعاعات الذرية والإنتاجية الزراعية وتعرضنا لأغلب الدراسات المحلية والعالمية فى هذا المجال. وقد أوضحنا أن هناك العديد من الإشعاعات الذرية التى يمكن توظيفها فى خدمة البشرية وخاصة فى مجال الطفرات الزراعية التى يمكن أن تساهم فى زيادة غلة الحاصلات الزراعية، فضلاً عن إستخدام بعضها فى علاج العديد من الأمراض الحيوانية وتتبع وتفهم العديد من العمليات الفسيولوجية والحيوية داخل النبات والحيوان.

وإن عملى المتمثل فى كتابة هذه الصفحات يتركز فى أننى رئيس بحوث بمعهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة التابع لمركز البحوث الزراعية بجمهورية مصر العربية. وإحدى الوظائف الأساسية للسادة أعضاء الهيئة

البحثية بالمركز هى نشر المعرفة وإذاعتها. وقد قدمت هذه الصفحات بصورة محايدة وذلك بهدف نشر المعرفة عن مجال قلت فيه الإصدارات العربية. وهو يعتبر من المجالات المتقدمة فى العديد من الدول التى يستخدم فيها العديد من التقنيات الحديثة خاصة فى المجالات الزراعية والطبية.

وأننى أشيد بكل الهيئات العملية المصرية والعربية المتمثلة فى المراكز البحيثية بمعاهدها المختلفة وأيضا الجامعات والكليات بأقسامها المختلفة بتبنى كل ماهو جديد وموثق بالدراسات ونتائج البحوث لزيادة الإنتاجية ليس فقد فى مجال الزراعة بل فى جميع المجالات الأخرى حتى يعود نفع هذه التقنيات على مجمتع الأمة العربية.

والله عز وجل ولى التوفيق....

المؤلف

المراجع والمصادر العربية:

- الدركزلى، شذى (١٩٩٤). " مقالة الطاقة النووية الخضراء" – مجلة العربى العدد رقم ٤٣١ ص :١٢٤ – ١٢٩.
- الشواربى، محمد يوسف (١٩٦١). " الذرة فى خدمة الزراعة " – المكتبة الثقافية ، وزارة الثقافة والارشاد القومى ، الإدارة العامة للثقافة، دار القلم. القاهرة.
- بسيونى، حسن محمد (١٩٩٠). " محاضرات فى مادة أراضى ١٦١" – كلية الزراعة ، جامعة الإسكندرية.
- بلبع، عبد المنعم محمد (١٩٨٠). "خصوبة الأراضى والتسميد" – مكتبة المعرف الحديثة، سابا باشا الإسكندرية.
- جويفل، إسماعيل ، حسن إسماعيل ، جمال الدين دياب ، حسن الشيمى ، مصطفى عمارة وممدوح الحارس (١٩٨٩). " أساسيات علم الأراضى " الجزء الأول – الشنهابى للطباعة والتجارة. الإسكندرية، مصر.
- حسن، محمد نجيب و مصطفى خضر مصطفى (١٩٧٢). " أصول البيدولوجى" – الكتب المصرى الحديث للطباعة والنشر.
- حسن، محمد نجيب وفوزى كشك وأحمد السيوى (١٩٧٢). " أصول الإيدافولوجى" – دار الكتب الجامعية ، الإسكندرية.
- حسنين، رمضان عطية محمد (٢٠٠٤). " تأثير بعض الأحماض الأمينية والعناصر الصغرى والإشعاع على الشمر" – مجلة الصحيفة الزراعية المجلد ٥٩ عدد نوفمبر ص: ٤٤ – ٤٦.
- حلمى، محمد عز الدين (١٩٦١). " المعادن " – مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.
- حلمى، أحمد كامل ومحمود فهمى (١٩٦٦). " كيمياء وطبيعة الأراضى" – دار المعارف القاهرة.

📖 داود، جيهان رجب محمد (٢٠٠٠). " استخدام الإشعاع الجامى فى إطالة فترة حفظ وصلاحية الدواجن" - مجلة الصحيفة الزراعية المجلد ٥٥ عدد يناير ص: ٤٤ -٤٦.

📖 عرابى، مصطفى حسنى محمد (٢٠٠٦). " استحداث تباين فى القطن المصرى باستخدام أشعة جاما"- الصحيفة الزراعية المجلد رقم ٦١، عدد مارس ، ص:٣٦ - ٣٨.

📖 علام، سامى (١٩٨٦)." تربية الدواجن ورعايتها" - الطبعة السابعة ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.

📖 عواد، كاظم مشحوت (١٩٨٧). " التسميد وخصوبة الأراضى" - كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، العراق.

📖 عوف، أحمد محمد (١٩٩٥). " مقالة وقود القرن القادم " - مجلة العلم، العدد ٢٢٢ مارس ١٩٩٥ ص: ٣٢-٤٦.

📖 عيسى، عيسى مصطفى وسعد الدين زيان ورأفت مصطفى عيسى (١٩٦٤). "الكيمياء غير العضوية" - الدار القومية للطباعة والنشر. الإسكندرية.

📖 فوده، سلطان محمد على (١٩٩٨). " مقالة ذبابة فاكهة البحر المتوسط وطرق المكافحة المتكاملة" - مجلة شمس الزراعة العدد الثالث ص: ٣٩.

📖 محجوب، سناء محمود (٢٠٠٥). " آفات المخازن وطرق مكافحتها" - الإدارة العامة للثقافة الزراعية. وزارة الزراعة، نشرة فنية رقم ٧ / ٢٠٠٥.

📖 محمد، أميمة محمود (٢٠٠٠). " عنصر السيلينيوم والثروة الحيوانية" - مجلة الصحيفة الزراعية المجلد ٥٥ عدد سبتمبر ص: ٤٨ -٤٩.

📖 نسيم، ماهر جورجى (٢٠٠١). " علم الأراضى أساسيات وإدارة " - منشأة المعرف، الإسكندرية، مصر.

📖 هزاع، إسماعيل بيسيونى (١٩٦٠). " قصة الذرة" – المكتبة الثقافية، وزارة الثقافة والإرشاد القومى ، الإدارة العامة للثقافة، دار القلم، القاهرة.

📖 يونس، حسن محمود (٢٠٠١). " الميكانيكا الكمية والتركيب الذرى والإلكترونى للمواد " – كلية الزراعة جامعة الإسكندرية.

المراجع والمصادر الأجنبية:

📖 Abdalla, M.M.F.; A.A. Metwally , A.M.T. Abo-Hegazi and R. A. K. Moustafa (1986). Effect of gamma ray , ems and their combined treatments on chickpea , *Cicer arietinum*. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 695-711.

📖 Abdalla, M.M.F.; A.A. Metwally , A.M.T. Abo-Hegazi and R. A. K. Moustafa (1986). Effects of selection in M2 – induced populations of four chickpea , *Cicer arietinum*. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 683 - 693.

📖 Abdel- Maksoud, B.A. (1992). Gamma rays effect on solanum pseudo – capsicum L. 1- the M1 generation. Alex. J. Agric. Res. 37 (1): 227 – 247.

📖 Abed Monem, M.; S. Soliman , A.M. Gadalla and K. abbady (1995). Lysimeter and greenhouse studies using nitrogen-15 on N-losses and N-uptake by wheat and corn as affected by soil conditioner and nitrification inhibitors. Egypt. J. Soil Sci. 35 (3) : 347 – 358.

📖 Alissa, A. and A.I. Nawar (1994). In vitro tolerance of gamma irradiated sunflower embryos to salinity and drought. Alex. Sci. Exch. Vol. 15 (1):193-208.

📖 Atia, M. (1997). Effect of irradiation on the shelf life of hot smoked spanish mackerel and the validity of thermo –and chemiluminscence techniques for detection of irradiation. Alex. J. Agric. Res. 42 (3): 141-155.

- Awad, Y.L.; B.I. Agag , M.A. Eid and M. Baseely (1984). The effect of zinc administration on unthritiness and blood biochemical changes in buffalo. Agric. Res. Rev. , 62 (5A) :228- 236.

- Awadallah,A.M.;A.G.Hahsem and S.M. Foda.(1974).Trial for testing the steril male technique as mean of controling the medfly Ceratitis capitata Wied. In Egypt.Agric. Res. Rev., Egypt ,52:41-49.

- Badr, M.; B.A. Abdel-Maksoud and S. S. Omer (2004). Growth, flowering and induced variability in Gomphrina Globosal, L. plant grown from dry and water-soaked seed treated with gamma rays. Alex. J. Agric. Res. 49 (1).

- Balba, A.M. and H. Bassiouny (1977). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 1- Calculation of soluble sodium at variable depth in sand columns after leaching using radioactive tracing. Isotope & Rad. Res., 9 , 2 :71 – 78.

- Bassiouny, H.; S. El- Demerdashe , A.Z.Osman, M.A. Abdel-Salaam and S.A. Sabet (1978). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 2- The use of Na22 in the study of salt redistribution and leaching requirement of saline sandy soils. Isotope & Rad. Res., 10, 1:25 –35.

- Bassiouny, H.; A.M. Balba and A.Z.Osman (1978). Studies of salt movement in soils under leaching process using tracer techniques. 3- Effect of soil texture and salt content of water on the removal of salt by leaching . Isotope & Rad. Res., 10, 2:111 - 123.

- Bear, F.E. (1968).Chemistry of the Soil. 2nd ed. Monograph Series No 160, Oxford, IBH. Publishing Co. Calcutta, Bombay, New Delhi.

- Black, C.A. (1965). Methods of Soil Analysis. Part I. Monograph No 9 in the Series of Agronomy Am. Soc. Of Agronomy Madisn, Wisc., USA.

El- Ebzary, M.M. (1978). Studies on the preservation of meat by irradiation. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Zagazig Univ.

El-Halim, A. K. A.; A. H. A. Hammad, M. T. M. Sharabash and I. O. A. Z. Orabi (1989). Effect of gamma irradiation and salinity on growth , yield and chemical composition of wheat. Egypt. J. Agron. 14: 21 – 33.

El-Khawaga, A.A.H; E.M.A. Thabet and ES.S. Sobieh (1992). Effect of irradiation on both sesame (Sesamum indicum,L.) and groundnut (Arachis hypogea, L.) under intercropping system. Proc. 5th Conf. Agron., Zagazig, 13 – 15 Sept., 1992, Vol. (2): 597 – 608.

El-Kholi, A.F. and Y.G.M. Galal (1998). Use of nitrogen isotope (N^{15}) in biological nitrogen fixation studies. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 353-362.

El-Kholi, A.F. and Y.G.M. Galal (1998). Biological nitrogen fixation (BNF) as estimated by N-15 isotope dilution and N-difference methods. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 363-376.

El-Mohandes, S.I. and I.M. Amer (1986). Salt tolerance of sunflower during germination in relation to temperature and gamma rays irradiation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 651- 664.

El-Saedy, M.A.M.; I.K.A. Ibrahim , A.A.M. Ibrahim and A.I. Nawar (1995). The effect of gamma irradiation of sunflower seeds on the growth and susceptibility of sunflower to meloidogyne incognita. Com. In Sci ,and Dev. Res. No.738 Vol.49: 183-194.

El-Shouny, K.A.; A.M. El-Marakby , A.M. Esmail and A.A. El-bayoumy (1986). Studies on some mutation induced in soybean by gamma irradiation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 529 - 540.

Fam, E.Z. and S.E. Ahamed (1984). Gamma radiation effects on the pulse beetle callosobruchus chinensis L. (Bruchidae, coleoptera). Agric. Res. Rev. 62 (1):71-78.

📖 Hafiz, N.E. ; M.A. Abd-Salam , M.M. El-Ebzary , T.M. Dessouki And A.A. El- Dashlouty (1987). Studies on fish irradiation with different doses. Agric. Res. Rev. 65 (3) :501- 512.

📖 Hashem,A.G.; E.J. Harris, M.H. Saafan and S.M.Foda.(1987). Control of the Mediterranean fruit fly in Egypt with complete coverage and partial bait sprays. Annals Agric.Res. Sci. Fac. ,Ain Shams Univ.,Cairo,Egypt, 32(3):1813-1825.

📖 Khalil, M.K. and F.T. Corbin (1997). Fate of 14C-lactofen in cotton , soybean , velvetleaf and morningglory. Egypt. J. Appl. Sci.; 12,(6): 68-79.

📖 Labib, F.B.; F.M. Abdou and M.I. Mikhael (1982). Clay Mineralogy of some calcareous soil of Egypt.1. X- ray analysis and genesis. Egypt. J. Soil Sci. 22, (3): 291-303.

📖 Mansour, S.H.(2000). Effect of gamma-rays on different characters of tow mungbean genotypes in the M1, M2 and M3 generations. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 25 (12):7335 – 7344.

📖 Ragab, M.A.; F.A. M. El.Abou Gabal and A.M. Gad Allah (1986). Peanut growth and nutrient uptake as affected by preplanting gamma irradiation and salinity of irrigation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 : 743 - 756.

📖 Ragab,M.A. and A.M.T. Abo-Megazi (1986). Gamma –rays induced mutation in safflower II.Evalution of some agronomic characters in selected mutatnts of M_3 generation. Proc. 2nd Conf. Agron. Alex. Egypt, Vol. 2 :883-893.

📖 Saafan,M.H.;A.G. Hashem , S.M. Foda and T.S. El-Abbasi.(1993).Effect of bait spray and killing bags on the reduction of Ceratitis capitata population in apricot orchards. Alex. Sci. Exch.,14(1):40-60.

📖 Saafan,M.H.(2001).Integrated control of the Mediterranean fruit fly Ceratitis capitata Wied in guava orchards in egypt. Egypt.J.Agric. Res.,79(1):37-45.

- Salam, T. Z. (1991). Physiological genetic studies in gamma irradiation wheat cultivars Traticum asetivum, L. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Ain Shams Univ.

- Sallam, M.F.A. and R.W. El-Gendi (1998).saturated hydraulic conductivity calculations from in stiu measurement of unsaturated conditions using neutron moisture meter. Egypt. J. Soil Sci.38, (1-4): 425- 440.

- Sallam, M.F.A. and R.W. El-Gendi (1998). Detecting active root depth using soil water movement direction by nuclear technique. Egypt. J. Soil Sci.39, (1): 27 - 43.

- Sherif, F. K.; M. M. Raslan and F. Z. El-Sammak (2007). Effect of gamma radiation on some morphlolgical and biochemical characters of Tagetes Erecta grown in saline soil. Alex. Sci. Exch. J. , 28 (2): 54 – 67.

- Sobieh, S. El-S.S.; R.A.K. Moustafa and A.M.A. Shahen (2001). Selaction for high yielding rice mutants following gamma irradiation. Egypt. J. Appl. Sci. 16 (4):108-123.

- Youssef, R.H.; O.M. Mohamed ,H.A. Hassanin and M.E.A. Gabr (2000).Grwoth performance and hormonal profile of newborn calves after pre-partum selenium injection of their dams. Egypt. J. Agric. Res., 78(4): 1749 – 1761.

